

საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული
უნივერსიტეტი



ლევან ზაზაძე

საქართველოში საყოფაცხოვრებო მყარი ნარჩენების
მეთანოლად გადამუშავების გარემოსდაცვითი და
ეკონომიკური პოტენციალის შეფასება

დოქტორანტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

არჩილ ჭირაქაძე, ფიზიკა-მათემატიკის

აკადემიური დოქტორი, პროფესორი

თბილისი
2019

თავს ვალდებულად ვთვლი გამოვხატო მაღლიერების გრძნობა იმ პირების მიმართ, რომლებმაც გამიწიეს მნიშვნელოვანი დახმარება, როგორც სავსე სამუშაოების, ასევე მოპოვებული ინფორმაციის დამუშავების და წარმოდგენის ეტაპებზე.

მადლობას მოვახსენებ სამუშაოს ხელმძღვანელს ბ-ნ არჩილ ჭირაქაძეს, რომელის გარეშე გამიჭირდებოდა სადისერტაციო ნაშრომისათვის საჭირო მასალების მოპოვება, დამუშავება და წარმოდგენა.

მადლობას მოვახსენებ ბ-ნ ვახტანგ გვახარიას, რომელიც მიწევდა მნიშვნელოვან დახმარებას და რომლის ღვაწლი უდიდესია ჩემი, როგორც პროფესიონალის ჩამოყალიბებაში.

მადლობას მოვახსენებ ქ-ნ ნინო ბენაშვილს და შპს „გამა კონსალტინგი“-ს ხელმძღვანელებს და თანამშრომლებს თანადგომის, კონსულტაციის და გაწეული ტექნიკური დახმარებისთვის.

სარჩევი

შესავალი.....	12
თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა.....	18
1.1 საქართველოში არსებული ძირითადი გარემოსდაცვითი პრობლემების მოკლე მიმოხილვა	18
1.2 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის ძირითადი მახასიათებლები მსოფლიოში და საქართველოში	25
1.2.1 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების წარმოქმნა და შემადგენლობა.....	25
1.2.2 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვება	33
1.2.3 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების სეპარირება.....	37
1.2.4 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადამუშავება	38
1.2.5 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების განთავსება	41
1.2.6 ნაგავსაყრელების კატეგორიები.....	46
თავი 2. ნარჩენების მართვასთან დაკავშირებული პრობლემები და გარემოზე ზემოქმედება.....	50
2.1 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ნაგავსაყრელების ზემოქმედება გარემოზე	50
2.2 მეთანის ემისიები (ქ. თბილისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელის მაგალითზე)	53
2.3 დახურული ნაგავსაყრელების მოვლა-პატრონობა და ტერიტორიული პრობლემები	57
2.4 არასანქცირებული (სტიქიური) ნაგავსაყრელების პრობლემა საქართველოში.....	59
2.5 ნაგავსაყრელების გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების დამოკიდებულება მათ ტექნიკური აღჭურვაზე და სხვა მნიშვნელოვან ფაქტორებზე.....	63
2.6 მუნიციპალური მყარი ნარჩენების განთავსების ობიექტების მიერ გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების დამოკიდებულების კვლევის არსებული მეთოდის გაუმჯობესების და ახალი მეთოდის ძიების საჭიროება.	69
2.7 ნარჩენების მართვასთან დაკავშირებული პრობლემების გადაწყვეტის საერთაშორისო და ეროვნული გამოცდილება.....	71
2.7.1 ნარჩენების მართვის ძირითადი პრობლემების გადაწყვეტის საერთაშორისო გამოცდილება	71

2.7.2. ნარჩენების მართვის არსებული პრობლემების გადაწყვეტის გზები ნარჩენების მართვის კოდექსის, ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგიის (2016-2030 წწ) და ნარჩენების მართვის ეროვნული სამოქმედო გეგმის (2016-2020 წწ) მიხედვით.....	78
--	----

თავი 3. კვლევითი ნაწილი85

3.1 თბილისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელის გარემოსდაცვითი კვლევა.....	85
--	----

3.1.1. ბიოგაზის კვლევა.....	85
-----------------------------	----

3.1.2. სამონიტორინგო ჭების წყლის კვლევა.....	87
--	----

3.2 ნარჩენების შემადგენლობის კვლევა ცაგერის მუნიციპალიტეტში.....	88
--	----

3.2.1 კვლევის მეთოდოლოგია.....	88
--------------------------------	----

3.2.2 ნიმუშების აღება.....	90
----------------------------	----

3.2.3 ნიმუშების დახარისხება	91
-----------------------------------	----

3.2.4. კვლევის შედეგები	92
-------------------------------	----

თავი 4. მყარი მუნიციპალური ნარჩენების ორგანული კომპონენტის ქიმიურ ნედლეულად და საწვავად გადამუშავების მიზანშეწონილობისა და პრაქტიკული განხორციელების ეფექტიანობის შეფასება.....98

4.1 მეთანოლის მიღების ტექნოლოგია	102
--	-----

4.1.1. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) გაზიფიკაციის პროცესის მოკლე აღწერა.....	104
--	-----

4.1.2 ძირითადი ტექნიკური საშუალებები.....	107
---	-----

4.1.3. კატალიზატორის გახურების ზონა	113
---	-----

4.1.4. რეგენერატორი	113
---------------------------	-----

4.1.5.გაზიფიკაციის ზონა.	113
-------------------------------	-----

4.1.6. სინთეზ-გაზის გასუფთავება.....	114
--------------------------------------	-----

4.1.7. რეგენერატორული თბომცვლელი	114
--	-----

4.1.8. კონდენსატორი.....	115
--------------------------	-----

4.1.9. გამრეცხი კოლონა	116
------------------------------	-----

4.1.10. რექტიფიკაციის პროცესი	116
-------------------------------------	-----

4.2 მეთანოლის მიღების ტექნიკური საშუალებები.....	117
--	-----

4.3 გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური ეფექტურობის ანალიზი	117
ძირითადი შედეგები და დასკვნები	128
გამოყენებული ლიტერატურა და წყაროები	132

ცხრილები

ცხრილი 1.2.1-1. ნარჩენების წარმოქმნის მაჩვენებელი ერთ სულ მოსახლეზე ყოველდღიურად, რეგიონების მიხედვით.....	27
ცხრილი 1.2.1-2 საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შემადგენლობის კვლევის შედეგები	32
ცხრილი 1.2.4-1 ევროპისა და აზიის ქვეყნები ნარჩენების რეციკლირების და კომპოსტირების მაღალი მაჩვენებლებით	39
ცხრილი 1.2.4-2 ნარჩენების შეგროვება გადამუშავების სფეროში არსებული კომპანიები	40
ცხრილი 1.2.5-1 შპს „მყარი ნარჩენების მფლობელობაში არსებული მოქმედი და დახურული ნაგავსაყრელები [48].....	43
ცხრილი 2.2.-1 ნაგავსაყრელის გაზის ტიპური შემადგენლობა	54
ცხრილი 2.2.-2 ნაგავსაყრელის გაზის წარმოება, თბილისის ნაგავსაყრელი - უჯრედი 1 [9]	54
ცხრილი 2.5-1 ზღვ გადაჭარბების მაჩვენებელი (ფარდობითი ერთეულები) გრუნტის წყლებში (თბილისი, გლდანის)	64
ცხრილი 2.5-2 ზღვ გადაჭარბების მაჩვენებელი (ფარდობითი ერთეულები) გრუნტის წყლებში (მარიუპოლი, უკრაინა).....	65
ცხრილი 2.5-3 წყლის დაბინძურების ინდექსი და დახასიათება	66
ცხრილი 2.5-4 მაირონ ქუორის მუნიციპალური ნაგავსაყრელის მიმდებარედ ჩატარებული კვლევის შედეგები	67
ცხრილი 3.1.1 -1 ბიოგაზის ანალიზის შედეგები.....	86
ცხრილი 3.1.1 -2 ბიოგაზის ანალიზის შედეგები.....	86
ცხრილი 3.1.2 -1 ქიმიური და მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლების ანალიზის შედეგები.....	87
ცხრილი 3.2.3. -1 დახარისხებული ფრაქციები და მათი ტიპური შემადგენლობა	92
ცხრილი 4.3 -1 მოწყობილობა-დანადგარები ფასების მითითებით.....	119

ცხრილი 4.3. -2 წარმოების ხარჯები თვეში	126
ცხრილი 4.3 - 3 წარმოებული პროდუქცია	126

დიაგრამები

დიაგრამა 1.2.1 -1. ნარჩენების წარმოქმნის პროგნოზი.....	26
დიაგრამა 1.2.1 -2 წარმოქმნილი ნარჩენების განაწილება რეგიონების მიხედვით	27
დიაგრამა 1.2.1. -3 ნარჩენების შემადგენლობა შემოსავლის დონის მიხედვით	29
დიაგრამა 1.2.1-4 წარმოქმნილი ნარჩენების საერთო რაოდენობა რეგიონების მიხედვით.....	30
დიაგრამა 1.2.1 -5 ნარჩენების წარმოქმნის მაჩვენებელი: ევროპა და ცენტრალური აზია	31
დიაგრამა 1.2.1. -6 გლობალურ მასშტაბში წარმოქმნილი მყარი ნარჩენების ტიპური შემადგენლობა	31
დიაგრამა 1.2.1. -7 ნარჩენების შემადგენლობა ევროპისა და ცენტრალური აზიის ქვეყნებისათვის	32
დიაგრამა 1.2.2. -1 ნარჩენების შეგროვების მაჩვენებელი გლობალურად რეგიონების მიხედვით .	33
დიაგრამა 1.2.2-2 ნარჩენების შეგროვების მაჩვენებელი ევროპასა და ცენტრალურ აზიაში	34
დიაგრამა 1.2.3 -1 ევროპისა და ცენტრალური აზიის ქვეყნების ქალაქთა რაოდენობა, რომლებიც იყენებენ ნარჩენების წყაროზე სეპარირების სიტემას.....	37
დიაგრამა 1.2.5 -1 ნარჩენების განთავსებისა და დამუშავების მეთოდები ევროპასა და ცენტრალურ აზიაში	42
დიაგრამა 3.2.4. -1 ნარჩენების შემადგენლობა ნაგავსაყრელიდან აღებულ სინჯებში	94
დიაგრამა 3.2.4 - 3 ნარჩენების შემადგენლობა აჭარის რეგიონსა და ცაგერის მუნიციპალიტეტში	97

რუკები

რუკა 1.2.1.1. ნარჩენების წარმოქმნის მაჩვენებელი ერთ სულ მოსახლეზე ქვეყნების მიხედვით...	26
---	----

ნახაზები

ნახაზი 2.2 -1 თბილისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელის გენგეგმა[9]	53
ნახაზი 4.1.1 -1 სინთეზ-გაზის მიღების ტექნოლოგიური სქემა.....	107
ნახაზი 4.1.2-1 გაზ-გენერატორის სქემა.....	108

სურათები

სურათი 1.2.2-1 ჩეხეთის რესპუბლიკაში არსებული მიწისქვეშა კონტეინერები [53]	35
სურათი 1.2.2 -1.2.2-2 ნარჩენების შეგროვების ვაკუუმური სისტემის მაგალითი	36
სურათი 1.2.5 -1.2.5-1 დაგეგმილი რეგიონული ნაგავსაყრელის გეგმა [10].....	43
სურათი 2.1-1 - 2.1-2 ქალაქ ბათუმის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	51
სურათი 2.4-1 . სტიქიური ნაგავსაყრელების განთავსების ადგილები საქართველოს მასშტაბით [51]	60
სურათი 2.4-2 - 2.4-3 ქალაქ თბილისში, თემქის დასახლებაში არსებული არაკანონიერი ნაგავსაყრელები	61
სურათი 3.2.1-1- 3.2.1- 2 საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვებისა და ნაგავსაყრელზე ჩამოტვირთვის პროცესი	89
სურათი 3.2.3-1-3.2.3-2 ნარჩენების დახარისხების პროცესი	91

ანოტაცია

სადისერტაციო ნაშრომი „საქართველოში საყოფაცხოვრებო მყარი ნარჩენების მეთანოლად გადამუშავების გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური პოტენციალის შეფასება“ ეძღვნება თანამედროვეობის ერთ-ერთ ყველაზე უფრო მწვავე გლობალური გამოწვევის - მყარი ნარჩენების (კერძოდ, მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების) პრობლემის ანალიზს და მისი საქართველოში გადაწყვეტის ოპტიმალური გზების განსაზღვრას მოწინავე საერთაშორისო გამოცდილების გათვალისწინებით. ნაშრომი შედგება წინასიტყვაობის, 4 თავისა და 14 ქვეთავისაგან.

შესავალში მოცემულია საქართველოში არსებული ძირითადი გარემოსდაცვითი პრობლემების („ცხელი წერტილების“) მოკლე მიმოხილვა და მათი კლასიფიცირების ახალი სისტემა, რომელიც წარმოადგენს ნაშრომის ერთ-ერთ მეცნიერულ სიახლეს. აქვე მოცემულია მისი აქტუალობის ერთერთი მთავარი ასპექტი - სრული შესაბამისობა საქართველოს მთავრობის ახალ ინიციატივასთან „მწვანე ეკონომიკის“ ჩამოყალიბების და მხარდაჭერის შესახებ, რომელიც თავის მხრივ წარმოადგენს ევროკავშირის ბოლო ინიციატივების შემოქმედებითად გააზრების და საქართველოში არსებულ ობიექტურ პირობებთან ზუსტი მისადაგების შედეგს.

ნაშრომის პირველ თავში მოცემულია მსოფლიოში და საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის ძირითადი მახასიათებლების აღწერა (ნარჩენების შემადგენლობა, შეგროვება, სეპარირება, ტრანსპორტირება, განთავსება, გადამუშავება) და სუსტი მხარეების დეტალური ანალიზი საქართველოში არსებული ნაგავსაყრელების კატეგორიების და ჩატარებული საველე კვლევების გათვალისწინებით, შემოთავაზებულია მათი ოპტიმიზაციის გზები.

ნაშრომის მეორე თავში განხილულია საქართველოში საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ნაგავსაყრელების გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების ძირითადი წყაროების ამჟამინდელი მდგომარეობა და უახლოეს ათწლეულში მოსალოდნელი პროცესების პროგნოზი. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მეთანის ემისიების, ნაგავსაყრელების ფილტრატებს და გარემოზე ზემოქმედების სხვა ძირითად აგენტებს. აგრეთვე მუნიციპალური მყარი ნარჩენების განთავსების ობიექტების მიერ გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების დამოკიდებულებას მათ კატეგორიაზე და ტექნიკურ აღჭურვაზე. მოცემულია აგრეთვე კვლევის არსებული მეთოდოლოგიის კრიტიკული

ანალიზი და მათი გაუმჯობესების გზები ნარჩენების მართვის კოდექსის და ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგიის მოთხოვნათა გათვალისწინებით.

მესამე თავში განხილულია თბილისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელის გარემოსდაცვითი კვლევის შედეგები, რაც მოიცავს ნაგავსაყრელიდან გენერირებული ბიოგაზისა და სამონიტორინგო ჯგუფში არსებული წყლების ლაბორატორიულ კვლევას. დეტალურად არის განხილული ცაგერის მუნიციპალიტეტში წარმოქმნილი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების კვლევა, რომელიც მოიცავდა ნარჩენების შეგროვების ეფექტურობისა და წარმოქმნილი ნარჩენების შემადგენლობის კვლევას. შეფასებულია არსებული მეთოდების და გამოტანილი დასკვნების პრაქტიკასთან შედარების და ეფექტიანი გამოყენების შესაძლებლობები.

მეოთხე თავში დეტალურად არის განხილული მყარი მუნიციპალური ნარჩენების ორგანული კომპონენტის ქიმიურ ნედლეულად და საწვავად გადამუშავების მიზანშეწონილობისა და პრაქტიკული განხორციელების ეფექტიანობის შეფასების ძირითადი ასპექტები. მოყვანილია მეთანოლის მიღების ინოვაციური ელემენტების შემცველი ტექნოლოგია, მოყვანილია პროცესის გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასების მეთოდოლოგია და შედეგები.

დასკვნებში მოყვანილია ჩატარებული თეორიული და პრაქტიკული კვლევის შედეგები, რომელიც ადასტურებს შემოთავაზებული ინოვაციური ტექნოლოგიის გამოყენების მაღალგარემოსდაცვით და ეკონომიკურ ეფექტურობას, რაც კარგ საფუძველს ქმნის საქართველოში და საზღვარგარეთ მისი, როგორც ცირკულარული ეკონომიკის მაღალეფექტური ინსტრუმენტის, დანერგვისათვის.

ჩატარებული კვლევების აქტუალობა განპირობებულია პრობლემის გლობალურ სიმწვავეთ, რომელიც განსაკუთრებული სიმძაფრით ვლინდება საქართველოში, როგორც „მცირემიწიან“ და კომპლექსური გარემოსდაცვითი, სოციალური და ეკონომიკური პრობლემების წინაშე მყოფ ქვეყანაში.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე განპირობებულია პრობლემის დაყენების და შემუშავებული კლასიფიკაციების ორიგინალობით, შემოთავაზებული ტექნოლოგიების და ტექნიკური გადაწყვეტების ინოვაციურობით და სავსე კვლევების ფართო არეალით.

Annotation

The doctoral thesis "An assessment of the environmental and economic potential of processing of the solid municipal waste materials into methanol in Georgia" is dedicated to the comprehensive analysis of the problem of one of the most acute global challenges - solid waste (especially solid municipal waste) problem and determining the optimal paths for solving the problem based on the previous international experience. The work consists of the foreword, 4 chapters and 14 sub sections.

The introduction provides a brief overview of the main environmental problems ("hot spots") in Georgia and a new system of their classification, which is one of the scientific innovations achieved as a result of the research. One of the main aspects of its scientific and practical significance is the full compliance of the developed approach with the new initiative of the Government of Georgia on the implementing and supporting of "green economy" which, in turn demonstrates a clear understanding of the recent initiatives of the European Union precisely adapted.

The first chapter is dedicated to the description of characteristics (composition of the waste, the collection, separation, transport, disposal, recycling of the waste) and a detailed analysis of the failures of Solid Waste Management processes in the world scale and in Georgia, considering the existing classification of landfills in Georgia and the results of field testing.

The second chapter of the thesis is dedicated to the description of the current status of the major sources of adverse environmental impact of the municipal waste landfills in Georgia and the predictability of expected processes in the nearest decade. Particular attention is paid to methane emissions, landfill "filtrates" and other major environmental impact agents. The objective is to analyze the dependence of the environmental impact of landfills on their category and available technical equipment. A critical analysis of the existing methods of research and the ways of their improvement is made taking into account the requirements of the Waste Management Act and National Strategy for Waste Management in Georgia.

The third chapter is dedicated to the description of the results of environmental survey of Tbilisi municipal landfill, which includes laboratory research of the biogas and wastewater generated from the landfill. The study of municipal solid waste generated in the Tsageri municipality has been discussed in detail, including the efficiency of waste collection and composition of the generated wastes. Assessed the comparison of existing methods and conclusions to the practice and effective usage of the possibilities.

The fourth chapter provides a detailed review of the efficiency of practical implementation of the technology for processing the organic component of the solid municipal waste into valuable chemical compounds and fuel. The analyzed technology of synthesis of methanol contains innovative elements which provide the scientific novelty of the reported research. The methodology and results of assessment of environmental and economic efficiency of the process are also presented.

conclusions are made on the high environmental and economic efficiency of the proposed innovative technologies, which provide a good basis for the implementation of this highly effective tool the circular economic in Georgia and abroad.

The actuality of the conducted studies is provided due to the global importance of the problem, which is especially acute in Georgia, having small areas of arable land and facing a number of complex environmental, social and economic problems.

The scientific novelty of the work is based on the originality of setting the problem and the developed classification, as well as on innovative elements of the utilized technologies and technical solutions, and a wide area of the field studies.

შესავალი

გარემოს დაცვა და ეკოლოგია სადღეისოდ იმყოფება სამეცნიერო და საზოგადოებრივი ინტერესების სფეროში, როგორც მთელ მსოფლიოში, ასევე საქართველოში. ეს განპირობებულია არსებული გლობალური გამოწვევებით და ადგილობრივი ფაქტორებით. ფრიად მნიშვნელოვანია, რომ ამ საკითხებისადმი განსაკუთრებული ინტერესი და მათი პრიორიტეტულობა როგორც სოციალური, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით მე-20 საუკუნიდან დამახასიათებელი იყო და არის ინდუსტრიული საზოგადოების სამივე ისტორიული ფაზისთვის (ინდუსტრიული საზოგადოება (Industrial Society), მდგრადი განვითარების (Sustainable Development) ფაზაში მყოფი საზოგადოება და ცოდნაზე დამყარებული (Knowledge Based) საზოგადოება). ასევე უცვლელია საზოგადოებრივი განვითარების 3 ძირითადი ფაქტორის (სოციალური, ეკონომიკური და გარემოსდაცვითი) განუყოფელი ურთიერთკავშირი და მნიშვნელობა საზოგადოების პოზიტიური განვითარებისთვის. ჩვენი კვლევა ეძღვნება უმთავრესად საქართველოში არსებულ გარემოსდაცვით და ეკონომიკურ ფაქტორებს, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ სოციალურ კომპონენტზეც.

საქართველოში ამჟამად შექმნილი ეკოლოგიური ვითარება შეიძლება დავახასიათოთ, როგორც მძიმე ან უაღრესად მძიმე. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ეკოლოგიური უსაფრთხოების კომისიის კვალიფიკაციით განსაკუთრებით მძიმე გარემოსდაცვითი მდგომარეობის ლოკაციები იმსახურებს „ეკოლოგიური უბედურების ზონის“ ტერმინს, რაც სინამდვილეში ნიშნავს უაღრესად გამძაფრებულ და მასშტაბურ ეკოლოგიურ „ცხელ წერტილს“ [39]. საბჭოთა პერიოდიდან „მემკვიდრეობით“ და მრავალი სუბიექტური და ობიექტური მიზეზით გამოწვეული ეს ნეგატიური პროცესები მაღალი რისკის ქვეშ აყენებს საქართველოს ურბანული და აგრარული რეგიონების მოსახლეობის ჯანმრთელობას და სიცოცხლეს, რაც განსაკუთრებით აშკარაა სწორედ ეგრეთწოდებულ ცხელ წერტილებში. არსებული გარემოსდაცვითი საფრთხეები, სამწუხაროდ, უკვე აღარ არის მხოლოდ მოსახლეობის ავადობის მკვეთრი ზრდის ერთერთი ძირითადი ფაქტორი, არამედ შეიძლება იყოს ჯანმრთელობის მძიმე დაზიანების (და ზოგჯერ სიკვდილის) გამომწვევი მიზეზი, რაც

საზოგადოებისთვის ცნობილი ხდება მხოლოდ განსაკუთრებით მძიმე ინციდენტების შემთხვევაში. სინამდვილეში, არსებული სტატისტიკა გვიჩვენებს, რომ გარემოსდაცვითი საფრთხეებით მიყენებული ზიანი ბევრად უფრო მასშტაბურია.

შესაბამისად, არსებული რეალობა განაპირობებს კვლევის ძირითად მიზანს: მეცნიერული კვლევის და ანალიზის შედეგად შევარჩიოთ მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების უტილიზაციის გარემოსდაცვითი/ეკონომიკური თვალსაზრისით მაღალეფექტური ინოვაციური ელემენტების შემცველი ტექნოლოგია და შევაფასოთ მისი დანერგვის შესაძლებელი გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური პოტენციალი. ამ მიზნის მისაღწევად საჭიროა რამდენიმე ამოცანის თანამიმდევრული კვლევა და გადაწყვეტა. იმისათვის, რომ წარმატებით ვებრძოლოთ არსებულ მწვავე გამოწვევებს უპირველესად საჭიროა მათი გამომწვევი მიზეზების დიფერენცირება (ანალიზი და კლასიფიცირება). მათი წარმომქმნელი ფაქტორების გათვალისწინება და შესაბამისი პრევენციული ან შემარბილებელი პროგრამების/საშუალებების შემუშავება და პოტენციალის შეფასება.

ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საქართველოს ყველაზე უფრო მძიმე გარემოსდაცვითი პრობლემები და შესაბამისი „ეკოლოგიური ცხელი წერტილები“ მათი წარმომშობი ფაქტორების გათვალისწინებით პირობითად შეიძლება გაიყოს ხუთ ჯგუფად:

1. საქართველოს მოქალაქეთა კონსტიტუციური უფლებების დაცვის აუცილებლობასთან უშუალოდ დაკავშირებული პრობლემები;
2. საქართველოს, როგორც შავი ზღვის აუზის ქვეყანის ვალდებულებები (საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის დესტრუქციის და დაბინძურების პრობლემა).
3. საქართველოს, როგორც კასპიის ზღვის აუზის ქვეყანის ვალდებულებები (მტკვრის საწყალოსნო რესურსების რაციონალური მართვის და დაბინძურების პრობლემა);
4. საქართველოს, როგორც სამხრეთ კავკასიის ერთიანი ეკოსისტემის ნაწილის ვალდებულებები;

5. საქართველოს, როგორც ევროკავშირთან ასოცირებული ქვეყნის ვალდებულებები (ქვეყნის თანამიმდევრული და სრული ევროინტეგრაციის წინაპირობა).

ნაშრომში მოცემულია ყველაზე მწვავე კონკრეტული პრობლემების მოკლე დახასიათება და ხაზგასმულია რეგიონალური და ინტერ-რეგიონალური თანამშრომლობის აუცილებლობა. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება საქართველოს ხელისუფლების და ევროპული სტრუქტურების მონაწილეობას თანამედროვე ადმინისტრირების და ინოვაციურ პროექტებში ინვესტირების გზით. ევროკავშირი მტკიცედ ადგას ცირკულარული ეკონომიკის დამკვიდრების და განვითარების პოლიტიკას, რომელიც საშუალებას მისცემს მის წევრ და მასთან ასოცირებულ ქვეყნებს წარმატებით გაუმკლავდეს არსებულ მწვავე გარემოსდაცვით, სოციალურ და ეკონომიკურ გამოწვევებს და დაიმკვიდრონ წამყვანი ადგილი მსოფლიოში. ნიშანდობლივია, რომ ამ ინიციატივის მხარდასაჭერად გამოყოფილია 600 მილიარდი ევრო.

საერთაშორისო გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ქმედითი კანონმდებლობის, მაღალგანვითარებული ინფრასტრუქტურის და ინოვაციური ტექნოლოგიების არსებობა ყოველთვის არ იძლევა სასურველ შედეგს, ვინაიდან ერთერთ უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს წარმოადგენს მოსახლეობის გარემოსდაცვითი ცნობიერების დონე. ცნობიერების დონეს დიდწილად განსაზღვრავს მოსახლეობის გარემოსდაცვითი განათლების დონე და ხელმისაწვდომობა. აღსანიშნავია, რომ საქართველო იყო გარემოსდაცვითი განათლების ერთერთი პიონერი მსოფლიოში და რომ განათლების ეს სფერო ხშირად ასოცირდება ე.წ. „თბილისის დეკლარაციასთან“. 1977 წელს თბილისში ჩატარდა პირველი მთავრობათშორისი კონფერენცია გარემოსდაცვითი განათლების სფეროში. ე. წ. „თბილისის დეკლარაციამ“ ლოკალურ, ნაციონალურ და საერთაშორისო დონეებზე საფუძველი ჩაუყარა გარემოსდაცვითი განათლების სტრუქტურას. ნაშრომში განხილულია გარემოსდაცვითი განათლების წარმოშობის და ჩამოყალიბების წყაროები, მისი რეფორმირების (რეორიენტირების) მიზეზები და ძირითადი მიზნები, განვითარების ძირითადი ისტორიული ტენდენციები და მათი პრაქტიკული

რეალიზაცია, გარემოსდაცვითი განათლების დამკვიდრების და განვითარების პრაქტიკა და ტენდენციები მაღალგანვითარებულ ქვეყნებში.

ერთერთი უმთავრესი გარემოსდაცვითი პრობლემაა მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობის უკონტროლო მკვეთრი ზრდა, რომელიც მე-20 საუკუნის 60-იანი წლებიდან გახდა თანამედროვეობის ერთერთი მნიშვნელოვანი გამოწვევა [2]. აღნიშნული პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალურია საქართველოში, სადაც სადღეისოდ, მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) ნაგავსაყრელზე განთავსება (და, იშვიათ შემთხვევებში, მათი სეპარირება), ნარჩენების მართვის ერთადერთი გამოყენებული ფორმაა. განურჩევლად მათი პოტენციური ეკონომიკური ღირებულებისა, ყველა სახის ნარჩენი ხვდება ნაგავსაყრელ პოლიგონებზე და, საბოლოო ჯამში, მნიშვნელოვან უარყოფით ზემოქმედებას ახდენს ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე. პრობლემის გადაწყვეტის ერთერთი ყველაზე აქტუალური და ქმედითი საშუალებაა ნარჩენების ორგანული კომპონენტის სამრეწველო გადამუშავება მაღალმოთხოვნად პროდუქტებად, მათ შორის საწვავად. ამ პროცესში მაქსიმალურად უნდა იყოს გათვალისწინებული გადამუშავების ეკოლოგიური უსაფრთხოება და ეკონომიკური რენტაბელობა (არაწამგებიანობა). წარმოდგენილი ნაშრომი ემდგვნება მყარი ნარჩენების ორგანული ნაწილის გადამუშავების ოპტიმიზირებული ტექნოლოგიური სქემის და მის საფუძველზე სამრეწველო ოპერირების გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური მახასიათებლების შეფასებას საქართველოში ამჟამად არსებულ პირობებში, მოწინავე საერთაშორისო გამოცდილების გათვალისწინებით.

საქართველოში არსებული ძირითადი გარემოსდაცვითი პრობლემების („ცხელი წერტილების“) მოკლე მიმოხილვა და მათი კლასიფიცირების შემოთავაზებული სისტემა წარმოადგენს ნაშრომის ერთ-ერთ მეცნიერულ სიახლეს. აქვე მოცემულია მისი აქტუალობის ერთ-ერთი მთავარი ასპექტი - სრული შესაბამისობა საქართველოს მთავრობის ახალ ინიციატივასთან [55] „მწვანე ეკონომიკის“ ჩამოყალიბების და მხარდაჭერის შესახებ, რომელიც წარმოადგენს ევროკავშირის ბოლო ინიციატივების შემოქმედებითად გააზრების და საქართველოში არსებულ ობიექტურ პირობებთან ზუსტი მისადაგების შედეგს, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის სადისერტაციო ნაშრომის აქტუალობას.

ნაშრომში განხილულია მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნებში ნარჩენების მართვის სისტემების ძირითადი მახასიათებლების აღწერა და საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის (ნარჩენების შემადგენლობა, შეგროვება, სეპარირება, რეციკლირება, ტრანსპორტირება, განთავსება, გადამუშავება) არსებული პრაქტიკის ანალიზი საქართველოში არსებული ნაგავსაყრელების კატეგორიების და ჩატარებული სავსე კვლევების გათვალისწინებით, შემოთავაზებულია მათი ოპტიმიზაციის გზები. საქართველოში წარმოქმნილ და განთავსებულ ნარჩენების შემადგენლობის ანალიზის შედეგად შეფასებულია ნაგავსაყრელზე განსათავსებელი ნარჩენების შემცირების პოტენციური მისი გაზიფიკაციის და მეთანოლად გადამუშავების გზით. ჩატარებული კვლევის შედეგად აღწერილია საქართველოში საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ნაგავსაყრელების გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების ძირითადი წყაროების ამჟამინდელი მდგომარეობა და გაკეთებულია უახლოეს ათწლეულში მოსალოდნელი პროცესების პროგნოზი. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მეთანის ემისიების, ნაგავსაყრელების ფილტრატებს და გარემოზე ზემოქმედების სხვა ძირითად აგენტებს, პირველ რიგში - მუნიციპალური მყარი ნარჩენების განთავსების ობიექტების მიერ გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების დამოკიდებულებას მათ კატეგორიაზე და ტექნიკურ აღჭურვაზე. მოცემულია აგრეთვე კვლევის არსებული მეთოდების კრიტიკული ანალიზი და მათი გაუმჯობესების გზები ნარჩენების მართვის კოდექსის და ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგიის მოთხოვნათა გათვალისწინებით.

ნაშრომში დეტალურად არის განხილული მყარი მუნიციპალური ნარჩენების ორგანული კომპონენტის ქიმიურ ნედლეულად და საწვავად გადამუშავების მიზანშეწონილობისა და პრაქტიკული განხორციელების ეფექტიანობის შეფასება. აღწერილია და გაანალიზებულია მეთანოლის მიღების ინოვაციური ელემენტების შემცველი ტექნოლოგია და შეფასებულია პროცესის გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასების მეთოდოლოგია და შედეგები. ჩატარებული თეორიული და პრაქტიკული კვლევის შედეგები ადასტურებს, რომ შემოთავაზებული ინოვაციური ტექნოლოგიის მაღალგარემოსდაცვითი და ეკონომიკური ეფექტურობის გამოყენებით, კარგ საფუძველს ქმნის საქართველოში და საზღვარგარეთ მისი, როგორც ცირკულარული ეკონომიკის მაღალეფექტური ინსტრუმენტის დანერგვისათვის.

პრობლემის გლობალური სიმწვავე, რომელიც განსაკუთრებული სიმძაფრით ვლინდება საქართველოში, როგორც „მცირემიწიან“ და კომპლექსური გარემოსდაცვითი, სოციალური და ეკონომიკური პრობლემების წინაშე მყოფ ქვეყანაში, აგრეთვე განაპირობებს ჩატარებული კვლევების აქტუალობას და სიახლეს. პრობლემის დაყენების და შემუშავებული კლასიფიკაციების ორიგინალობა, შემოთავაზებული ტექნოლოგიების და ტექნიკური გადაწყვეტების ინოვაციურობა და სავსე კვლევების ფართო არეალი უზრუნველყოფს კვლევის ძირითადი ამოცანების გადაწყვეტას და ხასიათდება მიღებული შედეგების მაღალი სანდოობით.

თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1 საქართველოში არსებული ძირითადი გარემოსდაცვითი პრობლემების მოკლე მიმოხილვა

საქართველოს მთავრობის მიერ გასაჯაროებული ინიციატივა ე. წ. „მწვანე“ ეკონომიკის დაფუძნების და სწრაფი განვითარების ხელშეწყობის შესახებ სრულიად ახალ პერსპექტივას ქმნის ნარჩენების მართვის (კერძოდ, მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ)) სფეროში, უპირველეს ყოვლისა მათი წარმოქმნის პრევენციისა და სამრეწველო გადამუშავების დარგში. აღნიშნული ინიციატივა უაღრესად დროული და აუცილებელია, ვინაიდან წარმოადგენს საქართველოს სწრაფი ეკონომიკური და სოციალური განვითარების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიმართულებას და სრულად ეხმიანება ევროსაბჭოს ახალ სტრატეგიულ ინიციატივას ნარჩენების მართვის სფეროში. ჩვენი ქვეყნის წამყვანი სამეცნიერო ცენტრების მკვლევარები ზემოხსენებული მიმართულებით მუშაობდნენ უკვე იმ პერიოდში, როდესაც საფუძველი ჩაეყარა გარემოს დაცვაზე ორიენტირებული სამრეწველო წარმოების იდეას, ანუ მე-20 საუკუნის 90-ანი წლებიდან. განსაკუთრებით აქტიური სახე მიიღო ამ სამეცნიერო მიმართულებამ 2014 წელს, მას შემდეგ რაც ევროკომისიის თავმჯდომარემ ჟან-კლოდ ჟიუნკერმა (Jean-Claude Juncker) ოფიციალური კონფერენციის მსვლელობაში დაადასტურა ევროპის სწრაფვა სრული მასშტაბით დაამკვიდროს და ყოველმხრივ განავითაროს ახალი ტიპის ეკოლოგიურ აზროვნებაზე დამყარებული „ცირკულარული“ ეკონომიკა, რომელი საშუალებას მისცემს ევროკავშირის ქვეყნებს წარმატებით გაუმკლავდეს მათ წინაშე არსებულ მწვავე გარემოსდაცვით, სოციალურ და ეკონომიკურ გამოწვევებს და კიდევ უფრო განამტკიცოს მისი წამყვანი ადგილი მსოფლიოში. ნიშანდობლივია, რომ ამ ინიციატივის მხარდასაჭერად გამოყოფილია 600 მილიარდი ევრო, რომელთაგან 600 მილიონი ევრო განკუთვნილია Horizon 2020 პროგრამის ფარგლებში მეცნიერულ-საწარმოო პროექტების მხარდასაჭერად. სახელმწიფო მხარდაჭერის და უცხოური ინვესტიციების გარეშე შეუძლებელია საქართველოში ცირკულარული ეკონომიკის ძირეული პრინციპების დანერგვა და შესაბამისი ინდუსტრიული პროექტების განხორციელება. პროექტების შემუშავების და რეალიზაციის პროცესში აქტიურად უნდა

იყოს ჩართული საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, საქართველოს წამყვანი უნივერსიტეტები და სამეცნიერო ინსტიტუტები [39].

ჩვენ ქვეყანაში ამჟამად შექმნილი ეკოლოგიური ვითარება უნდა დახასიათდეს, როგორც უაღრესად მძიმე. 2010 წელს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ეკოლოგიური უსაფრთხოების კომისიის სხდომაზე პირველად იქნა გამოყენებული „ეკოლოგიური უბედურების ზონის“ ცნება, რომელიც სინამდვილეში წარმოადგენს უაღრესად გამძაფრებულ და მასშტაბურ ეკოლოგიურ „ცხელ წერტილს“. ეს ცნება ასოცირდება პროცესებთან, რომლებიც მაღალი რისკის ქვეშ აყენებს ადამიანთა ჯანმრთელობას და სიცოცხლეს. სამწუხაროდ, ეკოლოგიური „ცხელი წერტილები“ საქართველოში აღარ გვევლინება, როგორც მხოლოდ ქრონიკული დაავადებების გამომწვევი ფაქტორი, არამედ წარმოადგენს ადამიანთა სიკვდილის და მათი ჯანმრთელობის მძიმე დაზიანების უშუალო მიზეზს. ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ საქართველოს ყველაზე უფრო მძიმე გარემოსდაცვითი პრობლემები და შესაბამისი „ეკოლოგიური ცხელი წერტილები“, მათი წარმომშობი ფაქტორების გათვალისწინებით, პირობითად შეიძლება დაიყოს ხუთ ძირითად ჯგუფად. მათ პირობით და არასრულ ჩამონათვალს აქვს შემდეგი სახე [39]:

- 1) საქართველოს მოქალაქეთა კონსტიტუციური უფლებების დაცვის აუცილებლობასთან უშუალოდ დაკავშირებული პრობლემები;
- 2) საქართველოს, როგორც შავი ზღვის აუზის ქვეყანის ვალდებულებები (საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის დესტრუქციის და დაბინძურების პრობლემა);
- 3) საქართველოს, როგორც კასპიის ზღვის აუზის ქვეყანის ვალდებულებები (მტკვრის საწყალოსნო რესურსების რაციონალური მართვის და დაბინძურების პრობლემა);
- 4) საქართველოს, როგორც სამხრეთ კავკასიის ერთიანი ეკოსისტემის ნაწილის ვალდებულებები;
- 5) საქართველოს, როგორც ევროკავშირთან ასოცირებული ქვეყნის ვალდებულებები (ქვეყნის თანამიმდევრული და სრული ევროინტეგრაციის წინაპირობა).

ზემოთ ჩამოთვლილი ყველა პრობლემა მოითხოვს სერიოზულ და ვრცელ კვლევას და დახასიათებას, გამოირჩევა განსაკუთრებული სიმწვავეთ და უშუალოდ არის დაკავშირებული საქართველოს მოქალაქეთა კონსტიტუციურ უფლებებთან (მაგალითად, ისეთი ავტორიტეტული ადამიანის უფლებათა დამცველი ორგანიზაციების და ინფორმაციის მასობრივი საშუალებების წარმომადგენლების აზრით, როგორიცაა Human Rights Watch და BBC).

შევეცდებით ძალზე მოკლედ მივანიშნოთ თითოეული მათგანის განსაკუთრებულ მნიშვნელობაზე და, ზოგიერთ შემთხვევაში, მათ გამომწვევ მიზეზებზე:

1. საკანონმდებლო ბაზის სრულყოფის აუცილებლობა ზუსტად და თანამიმდევრულად არის მითითებული ნარჩენების მართვის 2016-2030 წლების საქართველოს ეროვნულ სტრატეგიაში და 2016-2020 წლების ეროვნულ სამოქმედო გეგმაში: საქართველოს კანონი „ნარჩენების მართვის კოდექსი“ არ არეგულირებს სამთო-მოპოვებითი მრეწველობის ნარჩენებს; საერთაშორისო კონვენციების მოთხოვნები არ არის სრულად ასახული ეროვნულ კანონმდებლობაში; არსებული პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ეროვნული კანონმდებლობის შესაბამისობაში მოყვანის გარეშე, კონვენციების განხორციელება ეფექტიანი არ არის; სასწრაფოდ არის მოსაგვარებელი სამართლებრივი სიტუაცია, როდესაც მრავალი საწარმო ფაქტიურად პასუხს არ აგებს მათ მიერ წარმოქმნილი სახიფათო ნარჩენების მიერ ბუნებისათვის მიყენებულ ზარალზე, არ იხდის ქონების გადასახადს ან რაიმე სახის მოსაკრებელს ათობით და ასობით მილიონ ტონა მართვის გარეშე მიტოვებული ნარჩენის არასათანადო განთავსებისთვის (რაც აშკარად ეწინააღმდეგება „მწარმოებლის გაფართოებული ვალდებულებების (EPR - Extended Producer Responsibility) ვალდებულებების“ საყოველთაოდ აღიარებულ პრინციპს) და, იმავედროულად, თავისი უმოქმედობით თუ აქტიური წინააღმდეგობით, ხელს უშლის ნარჩენების სამრეწველო გადამუშავებას. დაუშვებელია ის გარემოებაც, რომ არ არსებობს ნარჩენების ინვენტარიზაციის ერთიანი გეგმა.

2. მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე დარიშხანით დაბინძურების ზემოქმედების ძირითადი გზა არის ნიადაგიდან და დარიშხანშემცველი მცენარეებიდან დარიშხანის მოხვედრა ადამიანის ორგანიზმში. ამბროლაურის და ლენტეხის

მუნიციპალიტეტებში ჩვილ ბავშვთა, მოზარდთა და მოზრდილთა მკვეთრად გაზრდილი ავადობის კორელაცია ნიადაგის დარიშხანით დაბინძურების ხარისხთან ცალსახად დადგენილია ბოლო წლების მეცნიერული გამოკვლევებით [40]. განსაკუთრებით საგანგაშოა სიმსივნეებით ავადობის ზრდა (დაახლოებით 8,5-ჯერ საქართველოში საშუალო მაჩვენებელთან შედარებით), ბავშვთა და მოზარდთა შორის აღმოჩენილი გენეტიკური აბერაციების და მენტალური რეტარდაციის (გონებრივი განვითარების შენელების) ხშირი შემთხვევები. სადღეისოდ დადგენილია, რომ შექმნილი უაღრესად მძიმე ვითარების მთავარი მიზეზია დარიშხანის დიდი ოდენობით შემცველი არასათანადოდ მართული ნარჩენები, რომელთა საერთო რაოდენობა აღნიშნულ რეგიონებში აღწევს 110-120 ათას ტონას [39].

3. ჩვენი ქვეყნის უმწვავესი „ცხელი წერტილები“ აგრეთვე დაკავშირებულია სპილენძის და მანგანუმის მადნების მოპოვების და გადამუშავების შედეგებთან. მეცნიერთა და მეწარმეთა მონაცემები სპილენძის და მანგანუმის სამთო-მომპოვებელი მრეწველობის ნარჩენების საერთო რაოდენობის და შემადგენლობის შესახებ ძლიერ განსხვავებულია. მიზანშეწონილია თუნდაც გასაშუალოებული მონაცემების გამოყენება. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მანგანუმის შემცველი ნარჩენების (შლამები, კუდები, შუალედური პროდუქტი, მეტალურგიული წიდეები) საერთო მასა ჭიათურისა და ზესტაფონის რაიონებში შეადგენს 100 მლნ ტონაზე მეტს, ხოლო სპილენძის და ძვირფასი ლითონების შემცველი ნარჩენების მასა მადნეულის საბადოების არეალში აღემატება 30-35 მლნ ტონას (მათ შორის, პირიტშემცველი ნარჩენებისა - 3-4 მლნ ტონას). სპილენძის და ოქროს შემცველი მადნის მოპოვების, აგრეთვე ნარჩენი პროდუქტებით გამოწვეული დაბინძურების მაღალი დონე შეფასებულია გერმანელ და ქართველ მეცნიერთა მრავალწლიანი კვლევის შედეგად [37]. დადგენილია, რომ მდგომარეობა საგანგაშოა და დღითი-დღე უარესდება. განსაკუთრებით საშიშია სასმელი და სარწყავი წყლის დაბინძურება, რომელიც თავის მხრივ იწვევს ნიადაგის და საკვები პროდუქტების დაბინძურებას მავნე ნივთიერებებით. მანგანუმის მადნის მოპოვების, გამდიდრების და მეტალურგიული გადამუშავების ნარჩენი პროდუქტებით ატმოსფეროს, ნიადაგის და წყალსატევების მაღალი დონე შეფასებულია ქართველი, ამერიკელი და უკრაინელი მეცნიერების

მიერ ჩატარებული ერთობლივი კვლევის შედეგად [28]. დადგენილია ატმოსფეროს და წყლის დაბინძურების მაღალი დონე. ქართველ და უცხოელ მეცნიერთა დიდი უმეტესობა დარწმუნებულია, რომ სპილენძის და მანგანუმის მოპოვება-გადამუშავების ნარჩენები შეიძლება იყოს შესაბამის რეგიონებში მკვეთრად მომატებული ავადობის ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზი. საქართველოში შემუშავებულია ტექნოლოგიები [30,13], რომელიც იძლევა მანგანუმის და სპილენძის შემცველი ნარჩენების მაღალმომგებიანი სამრეწველო გადამუშავების საშუალებას. ეს ტექნოლოგიები მცირენარჩენიანია და ორიენტირებულია ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვაზე. ასეთ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული მრეწველობის საერთო მოცულობამ უახლოესი 20 წლის განმავლობაში შეიძლება შეადგინოს 30-35 მილიარდი დოლარი.

4. საქართველოში ნავთობითა და ნავთობპროდუქტებით დაბინძურებულ ტერიტორიებს, რაც ათასობით ჰა მეტად მოწყვლად (სენსიტიურ) ფართობებს მოიცავს და ეკოსისტემებისათვის მაღალი ხარისხის რისკებით ხასიათდება, მცირე ყურადღება ექცევა. დაბინძურებულ ტერიტორიებზე პრაქტიკულად არ მიმდინარეობს აღდგენითი სარეკულტივაციო სამუშაოები (თუკი ამგვარი სამუშაოები სრულდება, მათ უფრო ხშირად ფორმალური, ეპიზოდური ხასიათი აქვს). საქართველოში სადღეისოდ ფუნქციონირებს ოთხი მნიშვნელოვანი ნავთობის/ნავთობპროდუქტების გადასატვირთი საზღვაო ტერმინალი. რომელთა ჯამური წლიური ტვირთბრუნვა დაახლოებით 44 მილიონ ტონას შეადგენს. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ნავთობის და ნავთობპროდუქტების დანაკარგები ტრანსპორტირების პროცესში შეადგენს დაახლოებით 2% -ს, უნდა ვივარაუდოთ, რომ საქართველოს ბუნებრივ გარემოში (ნიადაგი, ატმოსფერო, წყლის აკვატორიები) ყოველწლიურად მოხვდება დაახლოებით 880 000 ტონა სხვადასხვა სახის დამბინძურებელი ნახშირწყალბადი.

5. შპს „მყარი ნარჩენების მართვის კომპანია“-ის ჩამოყალიბებამ და აქტიურმა საქმიანობამ გარკვეულწილად გააუმჯობესა მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის საერთო მდგომარეობა საქართველოში, მაგრამ ვფიქრობთ, რომ საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ნარჩენების სამრეწველო გადამუშავების

მოწინავე ეკოლოგიურად უსაფრთხო ტექნოლოგიების დანერგვის გარეშე შეუძლებელი იქნება პრობლემის გადაჭრა. ამავდროს საქართველოში შემუშავებულ ტექნოლოგიებს უნდა მიენიჭოს უპირატესობა, ვინაიდან ეს ტექნოლოგიები ითვალისწინებს ჩვენი ქვეყნის გეოგრაფიულ, გეოლოგიურ, ეკონომიკურ, ეკოლოგიურ და დემოგრაფიულ სპეციფიკას და ყველაზე უკეთ მიესადაგება ადგილობრივ პირობებს. ამ ტექნოლოგიების მეშვეობით შესაძლებელია ნარჩენებიდან მეთანოლის, აირისებრი და თხევადი საწვავის, ტექნიკური ნახშირის, ლითონური/დაბალნახშირბადიანი მანგანუმის და ლიგატურების, სხვა მოთხოვნადი შენადნობების, ლითონური სილიციუმის, ბუნებრივი გრაფიტისშემცვლელი მასალის, სამრეწველო ხარისხის ელექტროენერგიის და სხვა მოთხოვნადი პროდუქციის მიღება, რომელთა საერთო ღირებულებამ შეიძლება ყოველწლიურად შეადგინოს რამდენიმე მილიარდი დოლარი. თანამედროვე მაღალმომგებიანი ტექნოლოგიების დანერგვა არა მარტო მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს ადგილობრივი, რეგიონალური და გლობალური ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტაში, არამედ შეიძლება გახდეს ქვეყნის სწრაფი ეკონომიკური წინსვლის ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი.

6. საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების და მისი გადამუშავების პროცესში ყოველწლიურად წარმოიშვება ასიათასობით ტონა ნარჩენი, რომელიც გამოუყენებელი რჩება, თუმცა წარმოადგენს ძვირფას ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების, ფარმაცევტული და კოსმეტიკური დანიშნულების პროდუქციის, მყარი და თხევადი საწვავის, ასევე ლითონური და ოქსიდური ნაწარმების მისაღებად. წინასწარი შეფასებით, ასეთი წარმოების წლიურმა მოცულობამ შეიძლება შეადგინოს არანაკლებ 2 მილიარდი დოლარისა.

7. ზემოთჩამოთვლილი პრობლემების გარდა, მოცემული პარაგრაფის კონტექსტში აუცილებლად უნდა ჩამოვთვალოთ შემდეგი მწვავე ეკოლოგიური პრობლემები:

- ქლორის ტრანსპორტირების, შენახვისა და წყლის გაწმენდა/გაუხსნებოვნების პროცესში შექმნილი ავარიული სიტუაციების მართვისა და გაუვნებლობის ქმედითი სისტემის არარსებობა;

- არასათანადოდ მართული ვადაგასული და ხმარებიდან ამოღებული ქიმიური რეაგენტების პრობლემა საქართველოს თითქმის ყველა საჯარო სკოლასა და უმაღლეს სასწავლებელში;
- ათასობით ტონა ამორტიზირებული ტყვიის აკუმულატორებისა და თანმდევი მჟავე ელექტროლიტის შესაბამისი რაოდენობის უტილიზაციის შედეგად წარმოქმნილი ტყვიის შემცველი წიდების და სხვა სახის ნარჩენების, არასათანადოდ მართული ასობით ტონა სამედიცინო ნარჩენის, ვადაგასული სამკურნალო და სამედიცინო პრეპარატების და მათი ინსინერაციის ნარჩენების არასათანადო მართვა;
- ათასობით ტონა არასათანადოდ მართული ან უპატრონოდ მიტოვებული (არასანქცირებულად დამარხული) ცხოველური წარმოშობის ბიოლოგიური ნარჩენის, სავაჭრო ქსელში და მაცივარ-საწყობებში ვადაგასული და გაფუჭებული საკვები პროდუქტების, ენერგეტიკის და ტრანსპორტის სექტორებში წარმოქმნილი ათიათასობით ტონა ნამუშევარი ზეთის, ათასობით ტონა ამორტიზირებული საბურავის და ათიათასობით ტონა პოლიმერული ნარჩენის პრობლემა.

8. უმნიშვნელოვანეს და უმწვავეს პრობლემას წარმოადგენს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის დესტრუქცია (წარეცხვა). არსებული საფრთხის დასახასიათებლად საკმარისია შემდეგი მონაცემები სანაპირო ზოლის ამჟამინდელი მდგომარეობის შესახებ: საქართველოს იურისდიქციის ქვეშ არსებული დაახლოებით 113 კმ-იანი სანაპირო ზოლიდან მხოლოდ 16-18 კილომეტრი არის სტაბილური (ან ნაწილობრივ), ხოლო 13-14 კილომეტრი - აკუმულირებადი, ყველა დანარჩენ მონაკვეთზე აღინიშნება მნიშვნელოვანი ეროზია და წარეცხვა. ზემოთ მოყვანილიდან გამომდინარე, დღეისათვის მეტად აქტუალურია ზღვის სანაპირო ზოლის მიზანმიმართული და თანდათანობითი დაცვა და აღდგენა, საქართველოს შავიზღვისპირეთის სამხრეთი ნაწილით დაწყებული. საჭიროა ახალი ხელოვნური ნაპირდაცვითი მექანიზმის შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფს სანაპირო ზოლის მდგრადობას.

9. მტკვრის ჰიდრორესურსების რაციონალური გამოყენება და ქიმიურ-ბიოლოგიური დაბინძურების პრობლემის გადაჭრა წარმოადგენს არა მხოლოდ ეკოლოგიურ, არამედ, გარკვეულწილად, „დიპლომატიური ხასიათის“ ამოცანას (პირველ რიგში, საქართველო-აზერბაიჯანის ურთიერთობებში, ვინაიდან აზერბაიჯანის სასმელი წყლით მომარაგების ძირითად წყაროს წარმოადგენს მდინარე მტკვარი). თურქეთის, სომხეთის და საქართველოს ტერიტორიაზე დაბინძურების წყაროებით გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემების მნიშვნელობა დიდი ხანია გაცდა ცალკეული ქვეყნების მასშტაბებს და სერიოზულ საფრთხეს წარმოადგენს არა მარტო სამხრეთ კავკასიის (ძირითადად - მტკვრის აუზის მდინარეების დაბინძურების გამო), არამედ ზოგადად კასპიის ზღვის აუზის ქვეყნებისთვისაც (რუსეთი, თურქმენეთი, ყაზახეთი, ირანი).

საქართველოში არსებული ეკოლოგიური „ცხელი წერტილები საფრთხეს უქმნის არა მარტო სამხრეთ კავკასიის და კასპიისპირეთის, არამედ შავიზღვისპირეთის (რიონისა და ჭოროხის აუზის მდინარეების დაბინძურების გამო) ქვეყნების ბუნებას და მოსახლეობის ჯანმრთელობას. ანთროპოგენური და ტექნოგენური ნარჩენების მართვისა და ბუნებრივი რესურსების (მათ შორის ჰიდრორესურსების) რაციონალური გამოყენება წარმოადგენს ურთულეს მრავალკომპონენტურ ეროტიან საგანმანათლებლო, მეცნიერულ და ეკონომიკურ პრობლემას, რომლის ყველა კომპონენტი ერთნაირად მნიშვნელოვანია ქვეყნის მდგრადი განვითარებისათვის, ხოლო მისი დაყოფა ცალკეულ დამოუკიდებელ (ეკონომიკურ, სოციალურ, ენერგეტიკულ, ეკოლოგიურ და ა.შ.) სექტორებად არამართებულია[39].

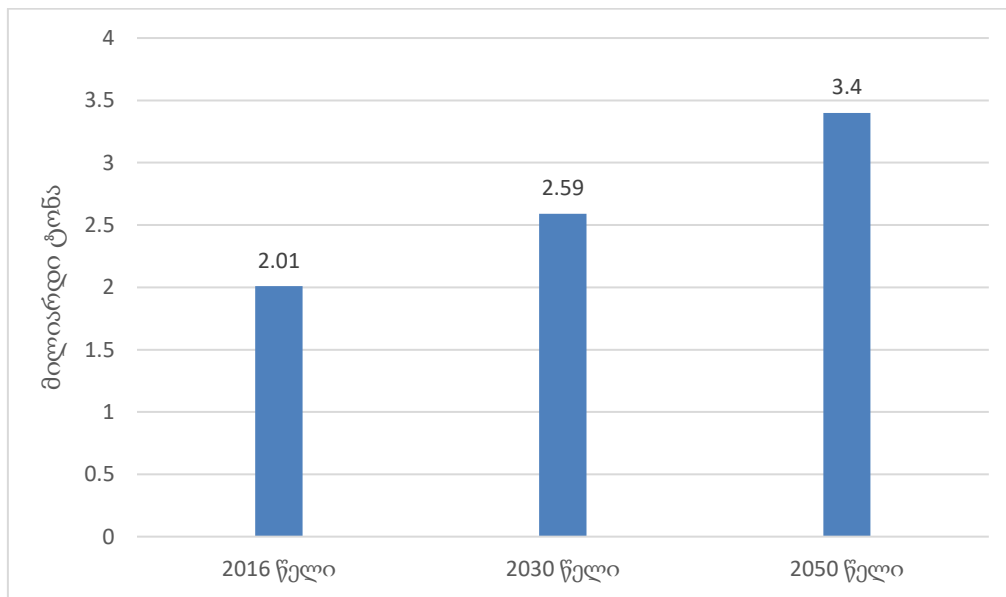
1.2 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის ძირითადი მახასიათებლები მსოფლიოში და საქართველოში

1.2.1 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების წარმოქმნა და შემადგენლობა

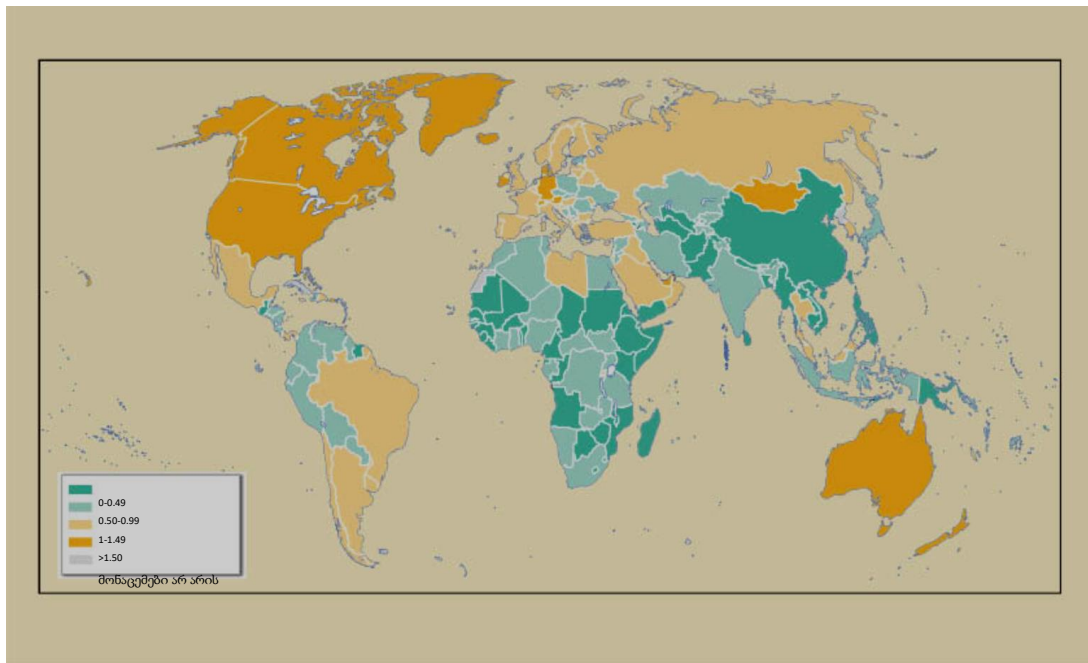
2016 წელს ჩვენს პლანეტაზე სულ 2.01 მილიარდი ტონა მყარი ნარჩენი წარმოიქმნა, რაც ერთ სულ მოსახლეზე გადაანგარიშებით, საშუალოდ, 0.74 კგ/დღ. შეადგენს. ურბანიზაციის მზარდი ტენდენციებისა და მოსახლეობის მატების გათვალისწინებით, უკვე 2050 წლისთვის, ამჟამად არსებული რაოდენობასთან შედარებით, დაახლოებით 70%-იანი ზრდაა მოსალოდნელი და, საბოლოო ჯამში, მყარი ნარჩენების საერთო

რაოდენობამ 3.4 მილიარდი ტონა უნდა შეადგინოს (იხ. დიაგრამა 1.2.1.1.) [1]. ცხადია, რომ მყარი ნარჩენების მოცულობის ასეთი სწრაფი ზრდა უდიდეს საფრთხეს წარმოადგენს როგორც პლანეტის მოსახლეობის ჯანმრთელობისა და ცხოვრების ხარისხის გაუარესების, ასევე გარემოსდაცვითი რისკების კატასტროფული ზრდის თვალსაზრისით.

დიაგრამა Error! No text of specified style in document.1.2.1 -1. ნარჩენების წარმოქმნის პროგნოზი



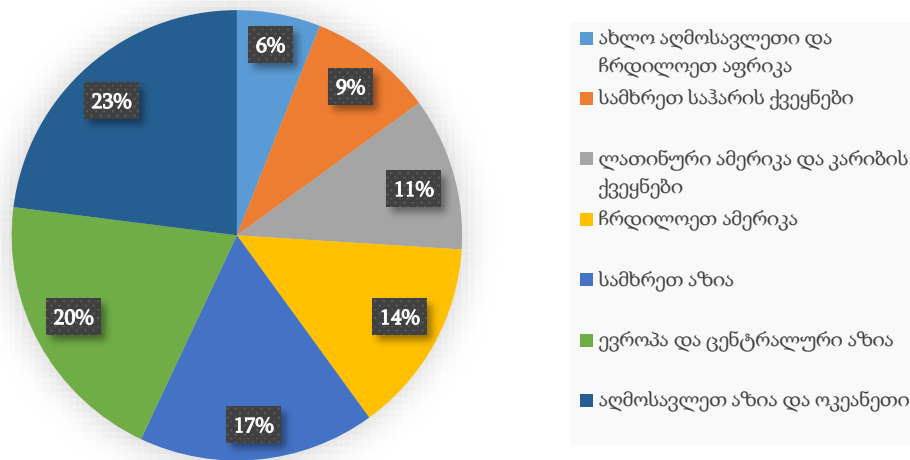
რუკა 1.2.1.1. ნარჩენების წარმოქმნის მაჩვენებელი ერთ სულ მოსახლეზე ქვეყნების მიხედვით



ნარჩენების წარმოქმნის მაჩვენებლები კონტინენტებსა, რეგიონებსა და ქვეყნებში, განსხვავებულია (იხ. დიაგრამები 1.2.1.2.-1.2.1.5.), და განისაზღვრება მრავალი

გეოგრაფიული, კლიმატური, სოციო-ეკონომიკური და პოლიტიკური ფაქტორის ერთობლიობით. ნარჩენების წარმოქმნის თვალსაზრისით მსოფლიო ქვეყნები დაყოფილია 7 რეგიონად, ესენია: ახლო აღმოსავლეთი და ჩრდილოეთ აფრიკა; სამხრეთ საჰარის ქვეყნები (Sub-Saharan Africa); ლათინური ამერიკა და კარიბის ქვეყნები; ჩრდილოეთ ამერიკა; სამხრეთ აზია; ევროპა და ცენტრალური აზია; აღმოსავლეთ აზია და ოკეანეთი [1].

დიაგრამა Error! No text of specified style in document.2.1 -2 წარმოქმნილი ნარჩენების განაწილება რეგიონების მიხედვით



გლობალური მასშტაბით, ყველაზე მეტ რაოდენობის ნარჩენებს აღმოსავლეთ აზიისა და ოკეანეთის ქვეყნები წარმოქმნის. აღნიშნული რეგიონი მოიცავ 37 ქვეყანას, რომელთა მიერ წარმოქმნილმა ნარჩენების საერთო რაოდენობა 2016 წელს 468 მილიონი ტონა შეადგინა. ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი ახლო აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთ აფრიკის ქვეყნებში ფიქსირდება, სადაც წარმოქმნილი ნარჩენების საერთო რაოდენობამ 2016 წელს 129 მილიონი ტონას მიაღწია. ყოველდღიურად, ერთ სულ მოსახლეზე წარმოქმნილი ნარჩენის რაოდენობის ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი სამხრეთ საჰარის ქვეყნებისთვის ფიქსირდება - 0.46 კგ, რაც პირდაპირ კავშირშია რეგიონის ქვეყნების განვითარების დონესთან [52].

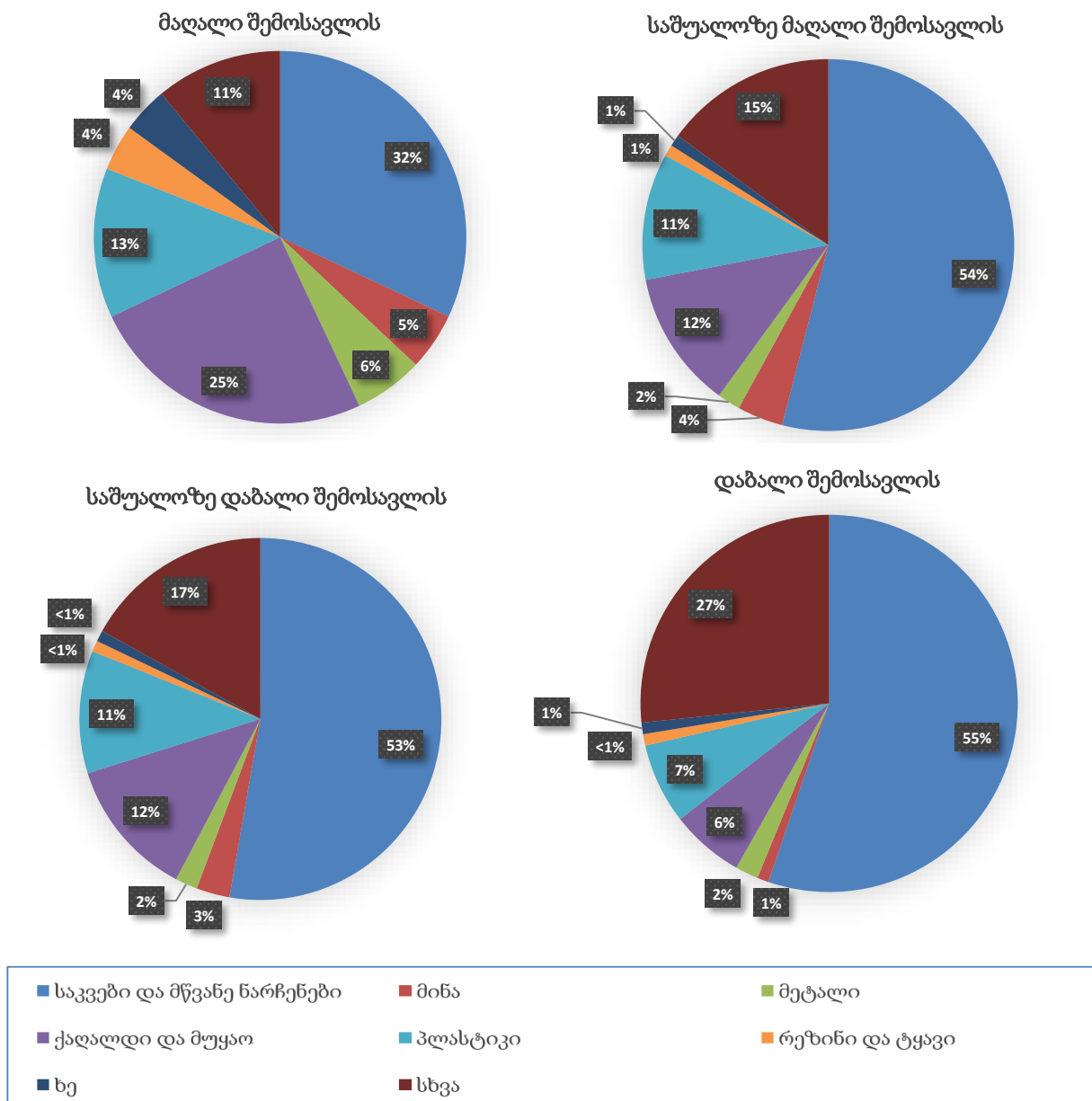
ცხრილი 1.2.1-1. ნარჩენების წარმოქმნის მაჩვენებელი ერთ სულ მოსახლეზე ყოველდღიურად, რეგიონების მიხედვით

	მინიმალური	მაქსიმალური	საშუალო
სამხრეთ საჰარის ქვეყნები	0.11	1.57	0.46
აღმოსავლეთ აზია და ოკეანეთი	0.14	3.72	0.56

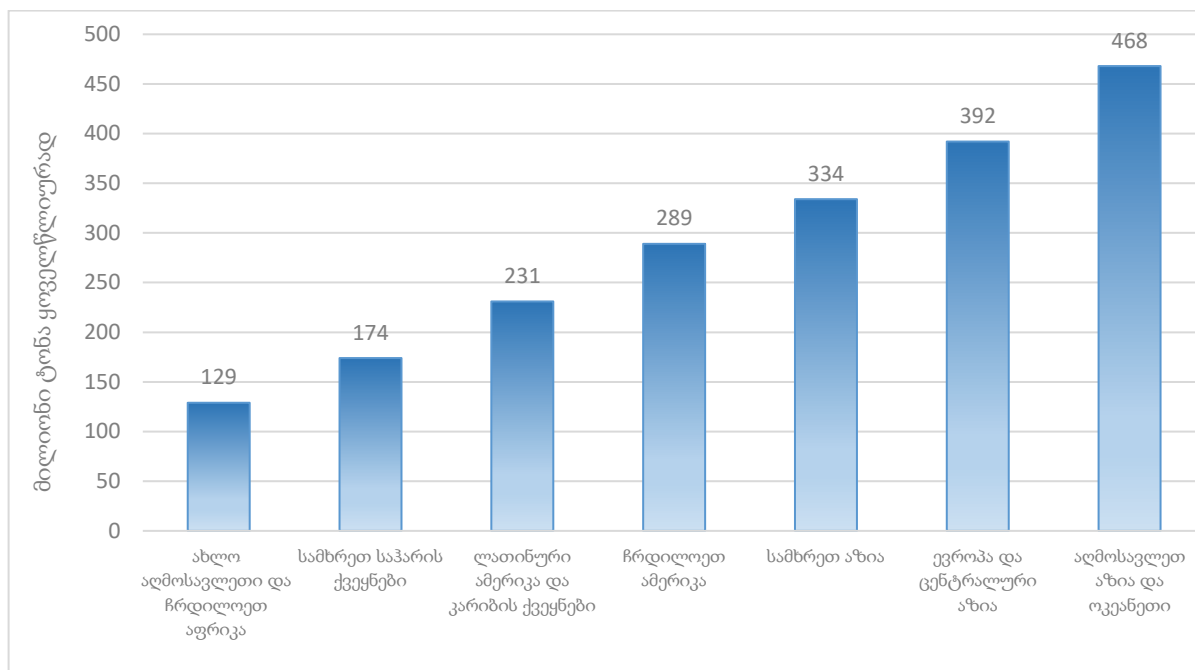
სამხრეთ აზია	0.17	1.44	0.52
ახლო აღმოსავლეთი და ჩრდილოეთ აფრიკა	0.44	1.83	0.81
ლათინური ამერიკა და კარიბის ქვეყნები	0.41	4.46	0.99
ევროპა და ცენტრალური აზია	0.27	4.45	1.18
ჩრდილოეთ ამერიკა	1.94	4.54	2.21

აღსანიშნავია, რომ ნარჩენების შემადგენლობა იცვლება ქვეყნების შემოსავლის დონის მიხედვით. ორგანული კომპონენტის წილი იკლებს ისეთ ქვეყნებში, რომელთაც მაღალი შემოსავალი გააჩნიათ. რადგან, აქ სამომხმარებლო პროდუქტების შესაფუთად გაცილებით მეტი ქაღალდი და პლასტიკი გამოიყენება, ვიდრე დაბალი შემოსავლის ქვეყნებში (იხილეთ დიაგრამა 1.2.1.3.).

დიაგრამა 1.2.1. -3 ნარჩენების შემადგენლობა შემოსავლის დონის მიხედვით

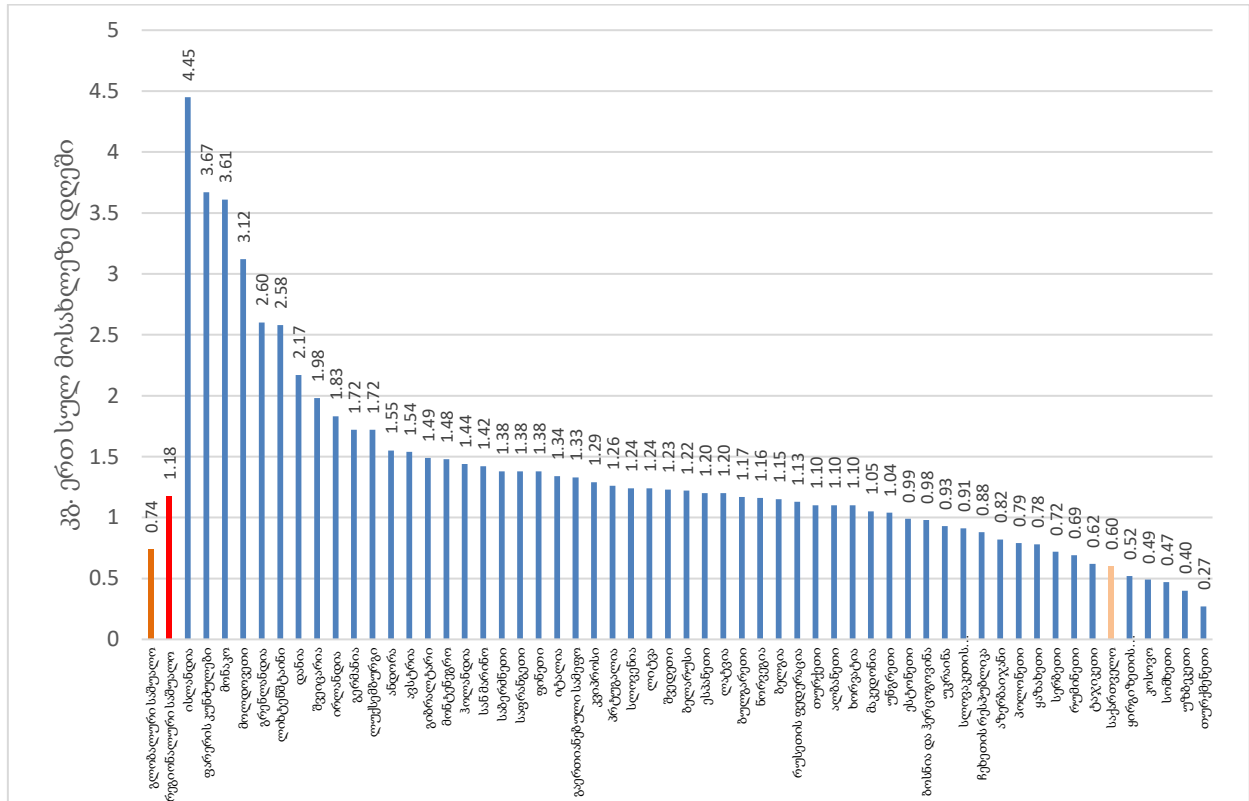


დიაგრამა 1.2.1-4 წარმოქმნილი ნარჩენების საერთო რაოდენობა რეგიონების მიხედვით



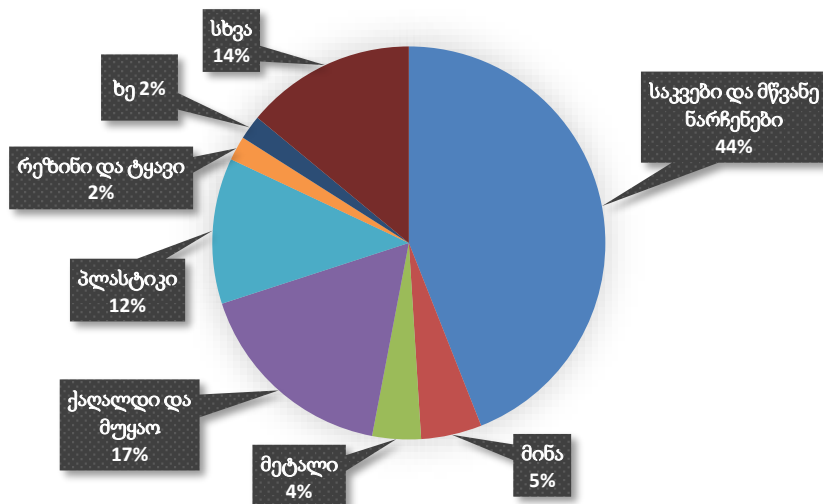
ევროპა და ცენტრალური აზია, რომელიც ნარჩენების წარმოქმნის მაჩვენებლით მეორე რეგიონია, მოიცავს 57 ქვეყანას, მათ შორის საქართველოს, ამ მიზეზით, მომავალ განხილვაში საქართველოს მაჩვენებლები, როგორც წესი, შედარდება სწორედ ამ რეგიონის მონაცემებს. მოცემულ რეგიონში საშუალოდ, ერთი სული მოსახლეზე 1.18 კგ ნარჩენი წარმოქმნება (იხ. დიაგრამა 1.2.1.5.). საქართველოში აღნიშნული მაჩვენებელი შედარებით დაბალია და 0.6 კგ-ს ტოლია, რითიც საქართველო განეკუთვნება ქვეყნების ჯგუფს (ტაჯიკეთი, საქართველო, ყირგიზეთი, კოსოვო, სომხეთი, უზბეკეთი და თურქმენეთი), რომლებიც ამ გეოგრაფიულ სეგმენტში ყველაზე ნაკლებ მყარ ნარჩენებს წარმოქმნიან. საგულისხმოა, რომ ამ ჯგუფში არის სამი განსახვავებული შემოსავლის მქონე ქვეყნების ქვეჯგუფი: სომხეთი და თურქმენეთი - საშუალოზე მაღალი შემოსავლის; საქართველო, ყირგიზეთი და უზბეკეთი - საშუალოზე დაბალი შემოსავლის; კოსოვო და ტაჯიკეთი - დაბალი შემოსავლის [52]. ჩვენი აზრით, ეს გარემოება უნდა გახდეს შესაბამისი კვლევის საგანი, რათა დადგინდეს საქართველოში ნარჩენების გენერირების დაბალი მაჩვენებლის მიზეზი - აღრიცხვის ხარვეზები, ეკონომიკის სპეციფიკური სტრუქტურა თუ სხვა კონკრეტული ფაქტორები.

დიაგრამა 1.2.1 -5 ნარჩენების წარმოქმნის მაჩვენებელი: ევროპა და ცენტრალური აზია



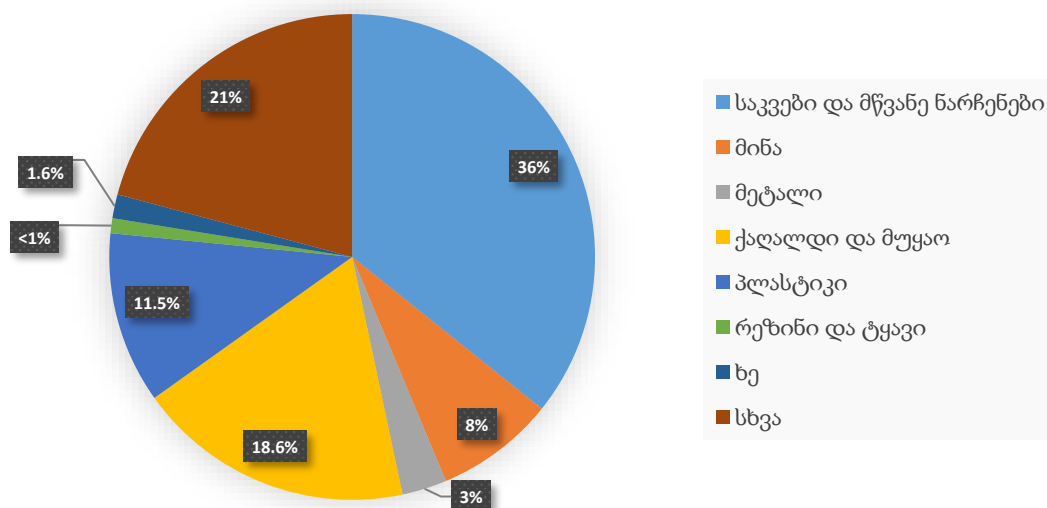
გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური თვალსაზრისით უაღრესად მნიშვნელოვანია წარმოქმნილი ნარჩენების შემადგენლობა. გლობალური მასშტაბით, ნარჩენების შემადგენლობაში ყველაზე დიდი რაოდენობით საკვების და მწვანე ნარჩენები გვხვდება - საერთო რაოდენობის 44-პროცენტის წილით. რეციკლირებადი მასალები, როგორებიცაა: პლასტიკი, ქაღალდი, მუყაო, ლითონი და მინა ჯამურად წარმოდგენილია 38-პროცენტის წილით.

დიაგრამა 1.2.1. -6 გლობალურ მასშტაბში წარმოქმნილი მყარი ნარჩენების ტიპური შემადგენლობა



ევროპასა და ცენტრალურ აზიაში 2016 წელს წარმოქმნილმა საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობამ 392 მილიონი ტონა შეადგინა, საიდანაც ყველაზე დიდი პროცენტული წილი საკვებისა და მწვანე ნარჩენებზე მოდის - 36% (იხილეთ დიაგრამა 1.1.7.) [1].

დიაგრამა 1.2.1. -7 ნარჩენების შემადგენლობა ევროპისა და ცენტრალური აზიის ქვეყნებისათვის



საქართველოში, საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შემადგენლობაზე სრულყოფილი მონაცემები არ არსებობს, თუმცა ბოლო წლებში საქართველოს რამდენიმე რეგიონში სხვადასხვა პროექტის ფარგლებში ჩატარდა საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მორფოლოგიური შემადგენლობის კვლევა.

2015-2016 წლებში, ერთ-ერთი ასეთი კვლევა USAID-ის ფინანსური მხარდაჭერით, აჭარის რეგიონში, "ნარჩენების მართვის ტექნოლოგიები რეგიონებში" (WMTR) პროგრამის ფარგლებში განხორციელდა. აღნიშნული კვლევა, არასამთავრობო ორგანიზაცია CENN-მა (Caucasus Environmental NGO Network) განახორციელა.

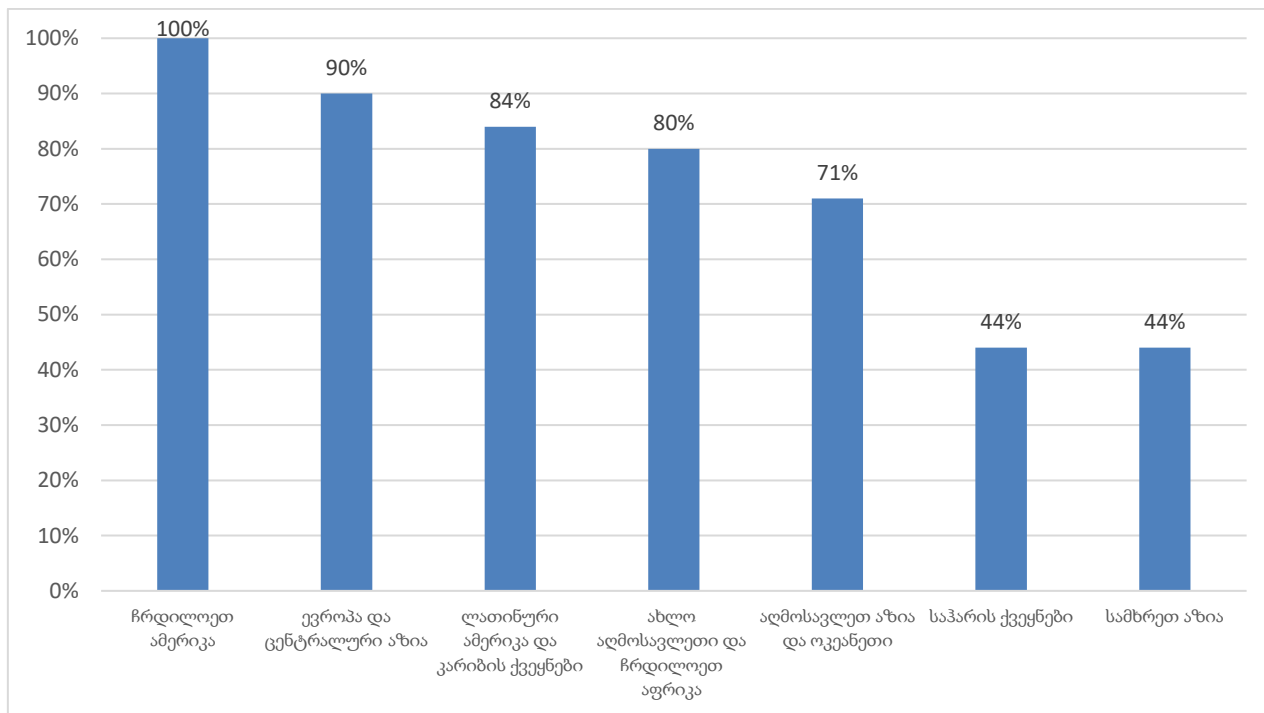
ცხრილი 1.2.1-2 საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შემადგენლობის კვლევის შედეგები

რეგიონი, წელი	CENN აჭარა (2015-2016)			CENN კახეთი (2015-2016)			CENN შიდა ქართლი (2017-2018)			ქუთაისის მუნიციპ.			გასაშუალოებული მონაცემები საქართველოსთვის		
	მინ.	მაქს.	საშ.	მინ.	მაქს.	საშ.	მინ.	მაქს.	საშ.	მინ.	მაქს.	საშ.	მინ.	მაქს.	საშ.
ნარჩენების რაოდენობა, %															
პლასტმასი	14.4	19.7	16.7	10.6	15.4	12.8	10.7	18.2	14.3	11.0	16.0	13.5	11.7	17.3	14.3
ქაღალდი	9.0	19.2	14.7	9.5	14.0	11.2	9.3	15.1	11.7	7.0	16.0	10.7	8.7	16.1	12.1
მინა	3.8	5.8	5.0	4.7	9.2	6.0	1.6	5.6	3.3	2.0	6.0	4.0	3.0	6.7	4.6
მეტალი	1.1	2.6	1.7	2.0	3.0	2.3	0.8	2.5	1.8	1.0	4.0	1.3	1.2	3.0	1.8
ორგანიკა	30.2	41.4	36.6	39.3	45.4	42.7	42.0	54.4	46.7	41.0	55.0	43.7	38.1	49.1	42.4

1.2.2 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვება

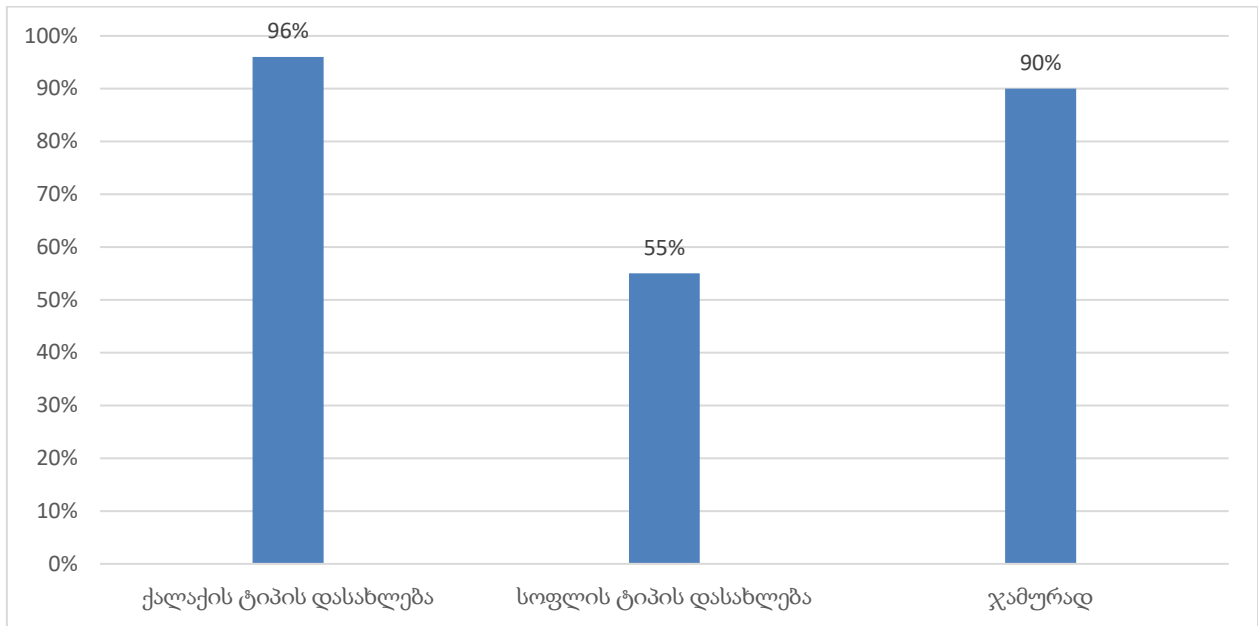
ნარჩენების შეგროვება ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული მომსახურებაა მუნიციპალურ დონეზე. არსებობს ნარჩენების შეგროვების რამდენიმე სისტემა. ყველაზე გავრცელებული სისტემა კარდაკარ შეგროვებაა. აღნიშნული სისტემა ითვალისწინებს ნარჩენების შეგროვებას საცხოვრებელი სახლების ეზოდან ან უშუალოდ მიმდებარე ტერიტორიიდან.

დიაგრამა 1.2.2. -1 ნარჩენების შეგროვების მაჩვენებელი გლობალურად რეგიონების მიხედვით



ევროპასა და ცენტრალურ აზიაში ნარჩენების შეგროვების მაჩვენებელი საკმაოდ მაღალია - 90%. ქალაქის ტიპის დასახლებებში ნარჩენების შეგროვება თითქმის სრულად ხდება და მისი მაჩვენებელი საკმაოდ ეფექტურ რიცხვს გვაძლევს - 96%. სოფლის ტიპის დასახლებებში ეს მაჩვენებელი შედარებით დაბალია და 55%-ს ტოლია. ბევრ ევროპულ ქვეყანაში ნარჩენების შეგროვების სისტემები მოდერნიზებულია, მაშინ როდესაც ზოგიერთი ქვეყნის სასოფლო დასახლებებში ეს მომსახურება ჯერ კიდევ განვითარების ეტაპზეა [35].

დიაგრამა 1.2.2-2 ნარჩენების შეგროვების მაჩვენებელი ევროპასა და ცენტრალურ აზიაში



ნარჩენების მიწისქვეშა შეგროვების სისტემა, რომელსაც ამჟამად არაერთი ქვეყანა იყენებს, წარმოადგენს ნარჩენების შეგროვების არსებულ სისტემების ყველაზე სუფთა მეთოდს და ხასიათდება რიგი უპირატესობებით:

- ნარჩენებისთვის განკუთვნილი სხვადასხვა დიზაინისა და მოცულობის კონტეინერები განთავსებულია მიწის ქვეშ, რომელთაც გააჩნიათ შედარებით მეტი მოცულობა;
- ყველა ტიპის ნარჩენი განთავსებულია მიწის ქვეშ შედარებით დაბალ და სტაბილურ ტემპერატურაზე, რაც ნარჩენებში არსებული ორგანული კომპონენტების ლპობის ალბათობას და არასასიამოვნო სუნის გავრცელებას რამდენჯერმე ამცირებს;
- მიწისქვეშა კონტეინერებში შესაძლებელია ნარჩენების შედარებით მეტ ხანს დაყოვნება, ვიდრე მიწისზედა კონტეინერებში. ამგვარად, შესაძლებელია შემცირდეს კონტეინერების დაცლის სიხშირე, რაც ხელს უწყობს ნარჩენების მართვის ხარჯების და გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების (ნაკლები გამონახოლქვი, ხმაური და მოძრაობა) შემცირებას;
- შეგროვების ეს სისტემა გაცილებით სუფთაა შეგროვების სხვა სისტემებთან შედარებით;

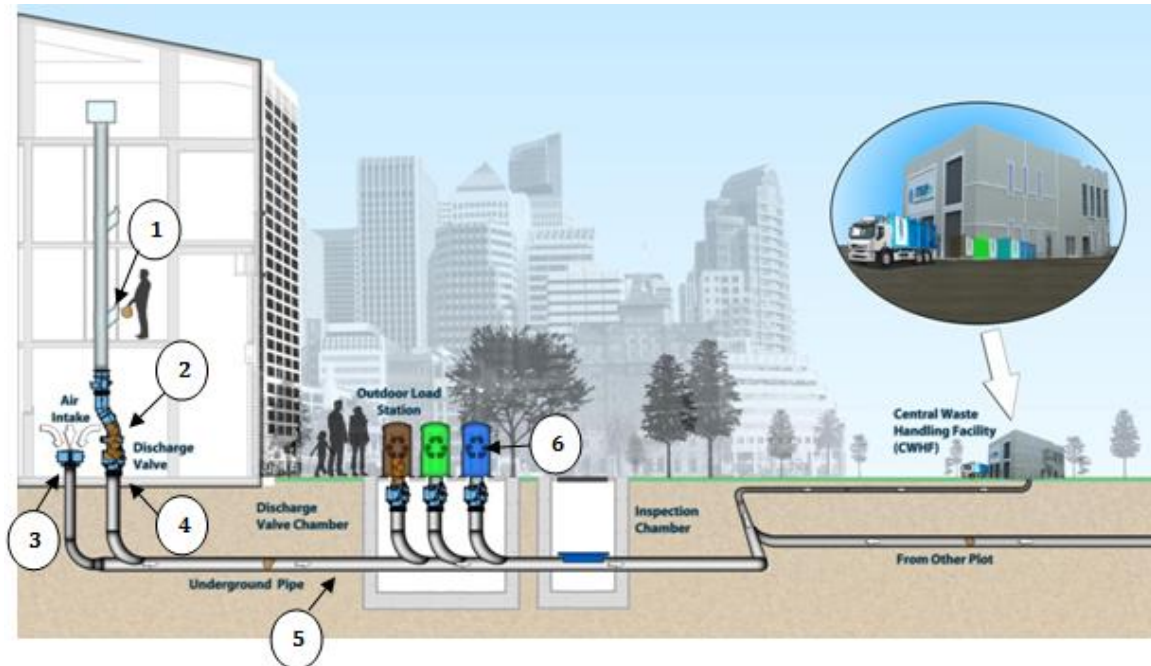
- მინიმუმამდეა დაყვანილი ვანდალიზმის, ნარჩენების ქარის ან ცხოველების მიერ გაფანტვის ფაქტები;
- ვიზუალური თვალსაზრისით მიწისქვეშა კონტეინერების ხილული ნაწილი უფრო მიმზიდველია და არ ამახინჯებს ქალაქის იერსახეს.

სურათი 1.2.2-1 ჩეხეთის რესპუბლიკაში არსებული მიწისქვეშა კონტეინერები [53]



არსებობს ნარჩენების მიწისქვეშა შეგროვების შედარებით ახალი სიტემა - ნარჩენების შეგროვების ავტომატიზებული ვაკუუმური სისტემა (Automated vacuum collection system). აღნიშნული სისტემა სრულიად ავტომატიზირებულია და ნარჩენების წარმომქმნელს შეუძლია წარმოქმნილი ნარჩენების განათავსოს კონტეინერში ან საცხოვრებელში დამონტაჟებულ სპეციალურ ბუნკერში, საიდანაც ვაკუუმური სისტემით ნარჩენი გაიწოვება მიწისქვეშა პნევმატური მილებით ნარჩენების შეგროვების სადგურამდე. პნევმატური მილები დაკავშირებულია დალუქულ კონტეინერთან, სადაც ნარჩენების გროვდება, ივსება და შემდეგ ნაგავმზიდის საშუალებით ტრანსპორტირდება ნაგავსაყრელამდე ან დახარისხების უბნამდე [25].

სურათი 1.2.2 -1.2.2-2 ნარჩენების შეგროვების ვაკუუმური სისტემის მაგალითი



საქართველოს მუნიციპალიტეტებში შესაძლებელია ნარჩენების შეგროვების შემდეგი მიდგომების განხორციელება[8]:

1. კოლექტიური შეგროვება;
2. შეგროვება ტროტუარიდან/გზისპირიდან
3. უბან-უბან შეგროვება;
4. კარდაკარ შეგროვება.

ამათგან ყველაზე მეტად გავრცელებულია კოლექტიური შეგროვება. ასევე გამოიყენება ე. წ. „ზარის სისტემა“, რომელიც განიხილება, როგორც კარდაკარ შეგროვების სახეობა, რადგანაც ნარჩენების შეგროვება ხდება გზისპირიდან (ამ შემთხვევაში მოსახლეობა ნარჩენებს სატვირთო მანქანების პერსონალს პირდაპირ აწვდის, ან სატრანსპორტო საშუალების მახლობლად მიაქვს).

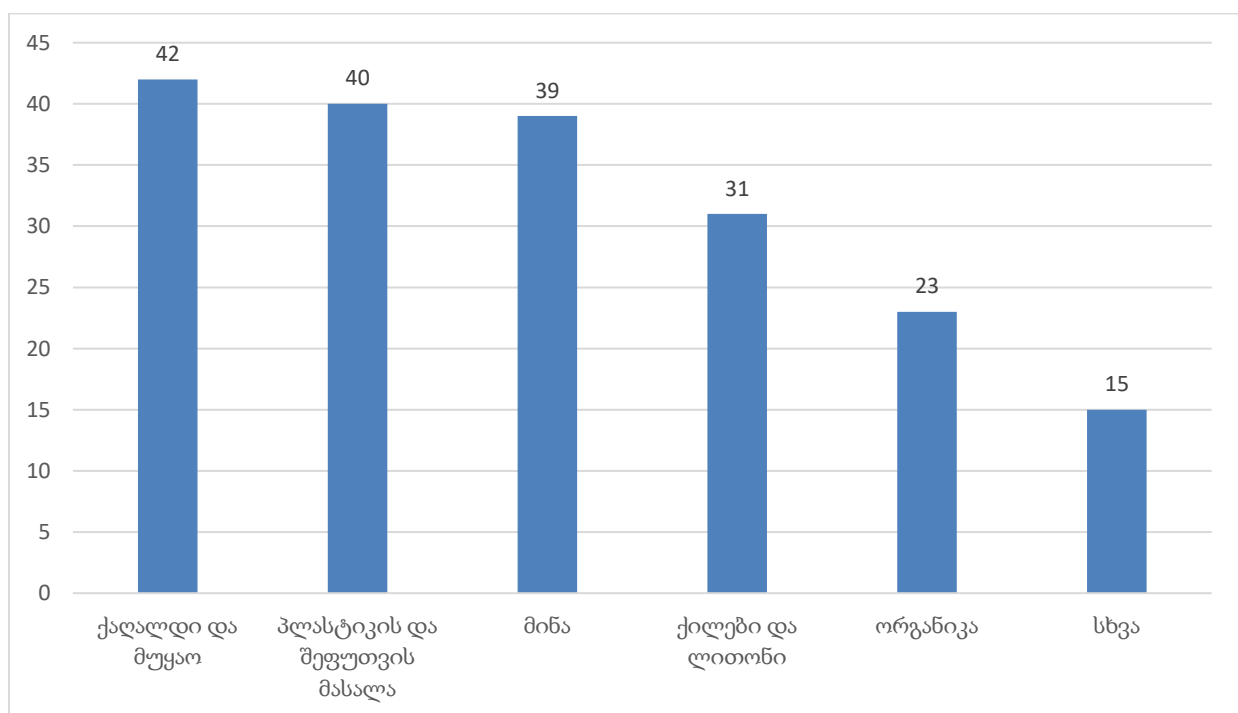
საქართველოში საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვების ვალდებულება მუნიციპალიტეტებს ეკისრება. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ სეგმენტში გარკვეული წინსვლა შეიმჩნევა: თითქმის ყველა მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე ყოველდღიურად იზრდება (ან შესაძლებელ მაქსიმუმს მიაღწია) ნარჩენების შეგროვების დაფარვის არეალი და თუ ახლო წარსულში ეს მომსახურება ძირითადად ქალაქის ტიპის დასახლების მოსახლეობისთვის იყო ხელმისაწვდომი, ამჟამად საქართველოს არაერთი რაიონული ან

სოფლის ტიპის დასახლებული პუნქტია ნარჩენების შეგროვების მომსახურებით უზრუნველყოფილი.

1.2.3 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების სეპარირება

ნარჩენების გადამუშავების და შეგროვების მაღალი მაჩვენებლით ევროპისა და ცენტრალური აზიის რეგიონში დასავლეთ ევროპის ქვეყნები გამოირჩევა, რაც პირდაპირ კავშირშია ამ ქვეყნების სოციო-ეკონომიკური განვითარების მაღალ დონესთან და ევროკავშირის საკმაოდ მკაცრ რეგულაციებთან ნარჩენების მართვის სფეროში. ევროპაში ფართოდ არის გავრცელებული ნარჩენების ე.წ. „წყაროზე სეპარირების“ სისტემა, რაც გულისხმობს წარმოქმნილი ნარჩენების სეპარირებას წარმოქმნის ადგილზევე. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ქაღალდის, მუყაოს, პლასტიკის, შესაფუთი მასალების და მინის წყაროზე სეპარირება (იხილეთ დიაგრამა 1.2.3.1.)

დიაგრამა 1.2.3 -1 ევროპისა და ცენტრალური აზიის ქვეყნების ქალაქთა რაოდენობა, რომლებიც იყენებენ ნარჩენების წყაროზე სეპარირების სისტემას



საქართველოს ნარჩენების სეპარირების მწირე გამოცდილება გააჩნია და წარმოქმნილი საყოფაცხოვრებო ნარჩენებიდან მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი სეპარირდება შემდგომი რეციკლირებისთვის (ძირითადად ქ. რუსთავის ნაგავსაყრელზე). ბუნებრივია, რომ ქვეყნის მასშტაბით მხოლოდ რამდენიმე კომპანიაა ჩართული აქტიურ საწარმოო პროცესში და მეორად ნედლეულად იყენებს

საყოფაცხოვრებო ნარჩენების სეპარირებით მიღებულ რეციკლირებად კომპონენტებს. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ლითონური კომპონენტის შეგროვების და ნარჩენების დახარისხება-სეპარირების შედეგად მიღებული ნედლეულის მეორადი გამოყენების პრაქტიკა (ლითონს სხვა რეციკლირებად მასალებზე მაღალი საბაზრო ღირებულება გააჩნია, ხოლო მისი სეპარირება შედარებით მარტივია).

საქართველოში პლასტიკის ნარჩენების სეპარირების „პიონერი“ და პოზიტიური მაგალითი ქალაქ ქუთაისის მუნიციპალიტეტია, რომელიც უკვე რამდენიმე წელია უზრუნველყოფს პლასტიკის საყოფაცხოვრებო ნარჩენების სეპარირებას. ეს დადებითი გამოცდილება საფუძვლად დაედო პლასტიკის შემცველი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების სეპარირებას დასავლეთ საქართველოს რამდენიმე მუნიციპალიტეტში (საჩხერეს, წყალტუბოს, ტყიბულის, ხარაგაულის და სხვ.)

მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს საყოფაცხოვრებო ნარჩენებში არსებული სახიფათო კომპონენტები, რომელიც შესაძლოა გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობისთვის საფრთხისშემცველი აღმოჩნდეს. საყოფაცხოვრებო ნარჩენების სახიფათო კომპონენტების სეპარირება არ ხდება, ხოლო მათი მართვის გამოცდილება და მწყობრი სისტემა ჩვენს ქვეყანაში პრაქტიკულად არ არსებობს. აღნიშნული ნარჩენების აბსოლუტური უმეტესობა ტრადიციულად განთავსდება სანქცირებულ და არასანქცირებულ ნაგავსაყრელებზე, რაც საქართველოს მთავრობის 421 დადგენილების („ნაგავსაყრელის მოწყობის, ოპერირების, დახურვისა და შემდგომი მოვლის შესახებ“ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე) მიხედვით დაუშვებელია.

1.2.4 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადამუშავება

ევროკავშირის მაღალგანვითარებულ ქვეყნებში ფართოდ იყენებენ მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რეციკლირების და კომპოსტირების მეთოდებს (იხილეთ ცხრილი 1.2.4.1.) [35].

ცხრილი 1.2.4-1 ევროპისა და აზიის ქვეყნები ნარჩენების რეციკლირების და კომპოსტირების მაღალი მაჩვენებლებით

რეციკლირების მაჩვენებელი (%)		კომპოსტირების მაჩვენებელი (%)	
ფარერის კუნძულები	67	ავსტრია	31
ლიხტენშტაინი	64	ჰოლანდია	27
ისლანდია	56	ლიხტენშტაინი	23
თვითმმართველი ერთეული მენის კუნძული	50	შვეიცარია	21
გერმანია	48	ლუქსემბურგი	20
სლოვენია	46	ბელგია	19
სან მარინო	45	დანია	19
ბელგია	34	გერმანია	18
ირლანდია	33	იტალია	18
შვედეთი	32	საფრანგეთი	17

საქართველოში მოსახლეობის მიერ წარმოქმნილი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადამუშავების ეს მაჩვენებელი იმდენად დაბალია, რომ მისი რაოდენობრივი შეფასება სათანადო სანდოობით შეუძლებელია. ამასთანავე, სხვადასხვა მასშტაბის რამდენიმე საწარმო ნაწილობრივ ან მთლინად დაკავებულია მეორადი რესურსების შეგროვებით ან რეციკლირებით, მაგრამ მათ მიერ შეგროვებული და გადამუშავებული ნარჩენების რაოდენობა ქვეყნის მასშტაბით უმნიშვნელოა.

ცხრილში 1.2.4.2 მოცემულია 2018 წლის ნოემბერში ჩვენს მიერ ჩატარებული ბაზრის კვლევა, რაც მიზნად ისახავდა საქართველოში ნარჩენების გადამუშავების სფეროში არსებული კომპანიების იდენტიფიცირებას და შესაბამისი ნუსხის შედგენას. კვლევისთვის გამოყენებული იქნა არასამთავრობო ორგანიზაცია CENN-ის 2016 წელს ჩატარებული ანალოგიური კვლევის შედეგები [54]. 2018 წელს განხორციელებულ კვლევის დროს შეიქმნა კომპანიების ახალი ნუსხა, რომელიც შეიცავს უფრო სანდო ინფორმაციას ამაჟამად მოქმედი კომპანიების საქმიანობის შესახებ (CENN-ის მიერ ჩატარებული კვლევის შემდეგ ზოგიერთმა კომპანიამ საქმიანობა შეწყვიტა). რა თქმა უნდა ცხრილში 1.2.4.2. მოცემული კომპანიების ნუსხა არასრულყოფილია, რადგან

არსებობენ ისეთი კომპანიებიც, რომელზეც სათანადო ინფორმაციის მოძიება შეუძლებელია.

ცხრილი 1.2.4-2 ნარჩენების შეგროვება გადამუშავების სფეროში არსებული კომპანიები

კომპანიის დასახელება	საქმიანობა
შპს "L.M.Y"	პლასტიკის ნარჩენების შეგროვება, დამუშავება და ექსპორტზე გატანა
შპს "გეგმეტი"	ალუმინის ჯართის გადამუშავება
შპს "J-T-A Group"	ალუმინის ჯართის გადამუშავება
სოციალური მეწარმეების ცენტრი "მწვანე საჩუქარი"	ქაღალდის ნარჩენების შეგროვება
შპს "Georgian Paper Production"	ქაღალდის ნარჩენების რეციკლირება
შპს "ფაბრიკა 1900"	ქაღალდის ნარჩენების შეგროვება
შპს "ქაღალდი +"	ქაღალდის ნარჩენების რეციკლირება
შპს "სუფთა სამყარო"	ქაღალდის, პლასტიკის ბოთლების და მინის ნარჩენების შეგროვება, დამუშავება და ექსპორტი
შპს "კრიალა"	ქაღალდის ნარჩენების რეციკლირება
შპს "ჯეოპლოიმერი"	პლასტიკის ნარჩენების რეციკლირება
შპს "ჯორჯიან პეტ პლასტ მენეჯმენტი"	პლასტიკის ბოთლის ნარჩენების შეგროვება, დამუშავება და ექსპორტზე გატანა
შპს "ბოყვა"	პლასტიკის ნარჩენების რეციკლირება
შპს "Tbilisi Paper Industry"	ქაღალდის ნარჩენების შეგროვება
სს "მინა"	მინის ნარჩენების რეციკლირება
შპს "ნეო პრინტი"	ქაღალდის ნარჩენების რეციკლირება
ინდ. მეწარმე "სოსო ჯიჯიშვილი"	პლასტიკის ნარჩენების რეციკლირება
შპს "დამაკო"	პლასტიკისა და რეზინშემცველი ნარჩენების რეციკლირება
შპს "უნადი"	პლასტიკის ნარჩენების რეციკლირება
შპს "პოლიმერი"	პლასტიკის ნარჩენების რეციკლირება
ინდ. მეწარმე "იზოლდა ლეკვინაძე"	ქაღალდის ნარჩენების შეგროვება

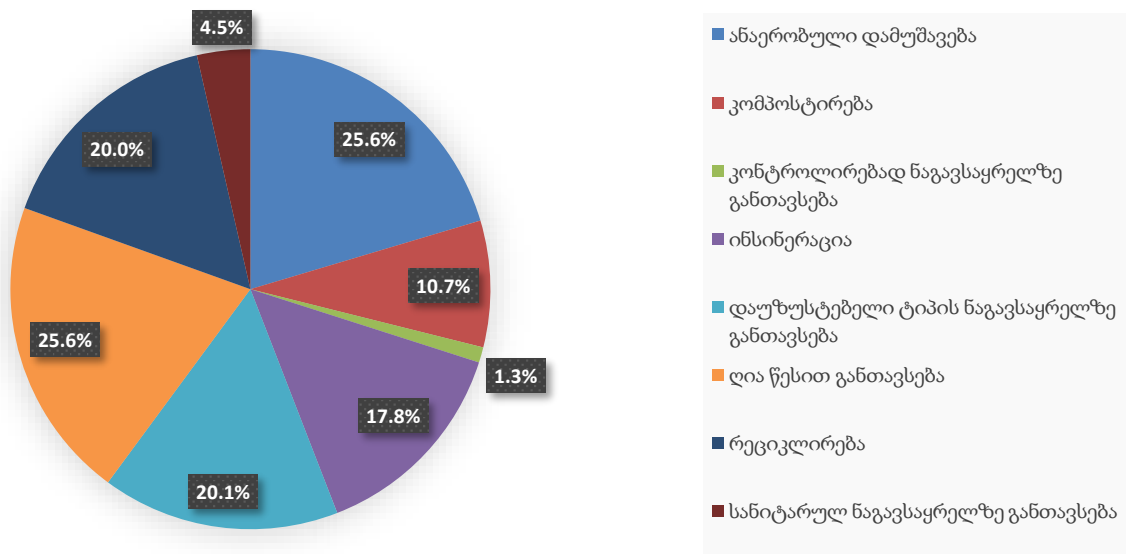
მცირე საწარმო “პლასტიკის ნაკეთობათა წარმოება”	პლასტიკის ნარჩენების რეციკლირება
კოოპერატივი “ალუმინი”	ალუმინის ქილების ნარჩენების რეციკლირება
შპს “სევერ”	ქაღალდის და პლასტიკის ბოთლების ნარჩენების შეგროვება და ექსპორტი
შპს “ზუგო”	პლასტიკის შესაფუთი მასალების რეციკლირება
შპს “რონი”	ქაღალდის ნარჩენების შეგროვება და რეციკლირება

აღსანიშნავია, რომ საყოფაცხოვრებო ნარჩენებიდან არასინთეზური ორგანული კომპონენტის (მინის და ქაღალდის გარდა) შეგროვებას და შემდგომ დამუშავებას არცერთი კომპანია არ ახორციელებს, რაც შეიძლება განპირობებული იყოს რამდენიმე ფაქტორით, ესენია: ორგანული ნარჩენების განცალკევებულად შეგროვების პრაქტიკის არარსებობა; ორგანული ნარჩენების შეგროვების და შემდგომი მართვის სირთულე (სხვა სახის კომპონენტებთან შედარებით).

1.2.5 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების განთავსება

ევროპასა და ცენტრალურ აზიაში წარმოქმნილი ნარჩენების 46% პროცენტი ნაგავსაყრელებზე თავსდება, ხოლო ერთ მეხუთედზე მეტი იწვება. ინსინერაციას ძირითადად ის ქვეყნები იყენებენ, რომელთაც მაღალი შემოსავალი და საინვესტიციო პოტენციალი, თანამედროვე გარემოსდაცვითი ტექნოლოგიები და რეგულაციები გააჩნიათ. ამასთან საგულისხმოა, რომ მთელ რიგ გამოკვლევებში ხაზგასმულია ამ ქვეყნებშიც ნარჩენების წარმოქმნის პრევენციის და ხელახალი გამოყენების ნაკლებობა მათი გადამუშავების მოცულობასთან შედარებით, და აღნიშნულია ნარჩენების ინსინერაციის უარყოფითი ზემოქმედება ატმოსფეროზე სათბურის აირების (მეტწილად - ნახშირორჟანგის) მოჭარბებული ემისიების გამო. ამიტომაც, ნარჩენების ენერგომატარებლად რეციკლირების დროს ფრიად მისასალმებელია ქიმიური სინთეზის თანამედროვე კატალიზური ტექნოლოგიების გამოყენება.

დიაგრამა 1.2.5 -1 ნარჩენების განთავსებისა და დამუშავების მეთოდები ევროპასა და ცენტრალურ აზიაში

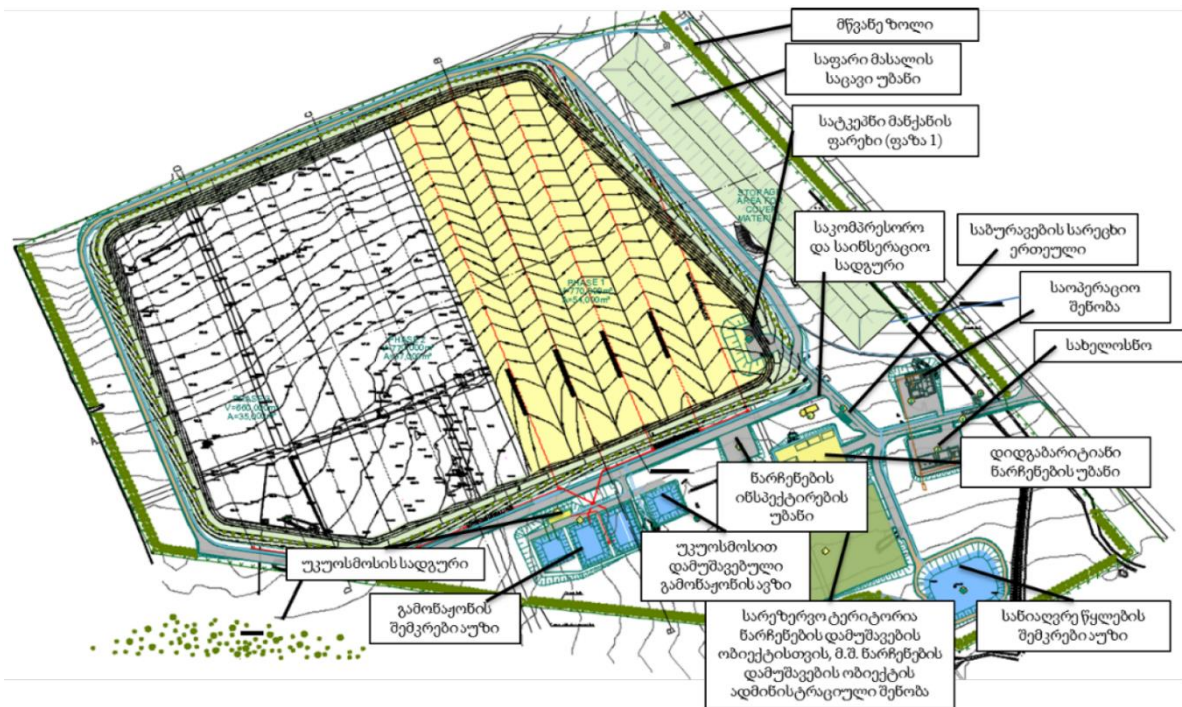


საქართველოში ამჟამად სულ 56 მუნიციპალური ნაგავსაყრელია, საიდანაც შპს “საქართველოს მყარი ნარჩენების მართვის კომპანია” 54 მუნიციპალურ ნაგავსაყრელს მართავს (ქ. თბილისისა და აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის გარდა). 2013-2017 წლებში კომპანიის მიერ კეთილმოეწყო 30 მუნიციპალური ნაგავსაყრელი, საერთაშორისო პრაქტიკით და საქართველოს კანონმდებლობით გათვალისწინებული ყველა წესის დაცვით დაიხურა 21 ნაგავსაყრელი, რომელთა რეაბილიტაცია არამიზანშეწონილად ჩაითვა [48].

დღესდღეობით, საქართველოში ნარჩენების განთავსების სისტემის მთავარ ღერძს მუნიციპალური ნაგავსაყრელები წარმოადგენს, თუმცა ეს ტენდენცია სამომავლოდ შეიცვლება. ახლად მიღებული გეგმის შესაბამისად უნდა აშენდეს ახალი რეგიონული ნაგავსაყრელები, რომლებიც ჩაანაცვლებს არსებულ მუნიციპალურ ნაგავსაყრელებს. მათგან ნაწილი დაიხურება, ნაწილზე კი გადამტვირთი სადგურები მოეწეობა [56]. ერთ-ერთი პირველი რეგიონული ნაგავსაყრელი მოეწეობა ქ. ქუთაისის მახლობლად, სოფ. ჭოგნარის ტერიტორიაზე (ნაგავსაყრელის გენგეგმა მოცემულია სურათზე 1.2.5.1.). ნაგავსაყრელი მომსახურება იმერეთის, რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის რეგიონებს [10]. სულ საქართველოში დაგეგმილია 8 მსგავსი რეგიონული ნაგავსაყრელის მშენებლობა. ზოგიერთი მუნიციპალური ნაგავსაყრელი, რომელიც ქვეყნის მთიან რეგიონში მდებარეობს, კვლავ განაგრძობს ფუნქციონირებას, რადგან ზამთარში,

დიდთოვლობით გამოწვეული ჩაკეტილი გზები ნარჩენების ტრანსპორტირებას რეგიონულ ნაგავსაყრელებზე შეუძლებელს გახდის [48].

სურათი 1.2.5 -1.2.5-1 დაგეგმილი რეგიონული ნაგავსაყრელის გეგმა [10]



ცხრილი 1.2.5-1 შპს „მყარი ნარჩენების მფლობელობაში არსებული მოქმედი და დახურული ნაგავსაყრელები [48]

ნაგავსაყრელების დასახელება	ფართობი მ ²	სტატუსი	ნაგავსაყრელებზე ყოველთვიურად შეტანილი ნარჩენების დაახლოებითი რაოდენობა, მ ³
ოზურგეთის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	36699	მოქმედი	1500
ჩოხატაურის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	11970	მოქმედი	330
ფოთის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	55185	მოქმედი	3000
ზუგდიდის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	166910	მოქმედი	3498
სამტრედიის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	60322	მოქმედი	2049
ცაგერის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	2300	მოქმედი	99
ონის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	4103	მოქმედი	330

ამბროლაურის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	7183	მოქმედი	699
ტყიბულის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	7314	მოქმედი	249
ქუთაისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	151461	მოქმედი	22000
თერჯოლის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	42639	მოქმედი	-
ზესტაფონის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	32190	მოქმედი	-
საჩხერის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	15980	მოქმედი	1800
ხაშურის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	161006	მოქმედი	4998
ახალციხის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	20000	მოქმედი	1600
ასპინძის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	14064	მოქმედი	198
ნინოწმინდის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	6809	მოქმედი	348
დმანისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	10027	მოქმედი	180
ბოლნისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	50316	მოქმედი	468
მარნეულის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	76870	მოქმედი	1899
დედოფლისწყაროს მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	60986	მოქმედი	2400
სიღნაღის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	24356	მოქმედი	1200
ლაგოდეხის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	12209	მოქმედი	
თელავის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	54153	მოქმედი	4398
საგარეჯოს მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	19037	მოქმედი	2400
თიანეთის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	6279	მოქმედი	198
დუშეთის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	14960	მოქმედი	900
კასპის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	75312	მოქმედი	2700

გორის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	64515	მოქმედი	5799
ურეკის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	13305	დახურული	-
ლანჩხუთის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	45001	დახურული	-
ხოზის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	10670	დახურული	-
წალენჯიხის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	3175	დახურული	-
ჩხოროწყუს მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	8642	დახურული	-
სენაკის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	11953	დახურული	-
მარტვილის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	6450	დახურული	-
ხონის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	15755	დახურული	-
აბაშის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	6169	დახურული	-
ხარაგაულის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	2394	დახურული	-
ჭიათურის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	7561	დახურული	-
ბაკურიანის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	18400	დახურული	-
ბორჯომის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	-	დახურული	-
თეთრიწყაროს მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	3056	დახურული	-
წალკის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	31021	დახურული	-
გურჯაანის	12928	დახურული	-
ყვარლის გადამტვირთი სადგური	25570	დახურული	-
სიონის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	7078	დახურული	-
ქსნის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი	4915	დახურული	-
სულ : 1499198		სულ: 65240	

1.2.6 ნაგავსაყრელების კატეგორიები

„ნაგავსაყრელის მოწყობის, ოპერირების, დახურვისა და შემდგომი მოვლის შესახებ“ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე საქართველოს მთავრობის № 421 დადგენილები შესაბამისად ნაგავსაყრელები იყოფა შემდეგ კატეგორიებად:

- სახიფათო ნარჩენების ნაგავსაყრელი;
- არასახიფათო ნარჩენების ნაგავსაყრელი;
- ინერტული ნარჩენების ნაგავსაყრელი;

საერთაშორისო კლასიფიკაციის შესაბამისად არსებობს ნაგავსაყრელების შემდეგი კატეგორიები[17]:

- მუნიციპალური მყარი ნარჩენების ნაგავსაყრელი;
- სამშენებლო და ნგრევის ნარჩენების ნაგავსაყრელი;
- ინერტული ნარჩენების ნაგავსაყრელი.

შესაბამისად, ჩვენთან სადღეისოდ მიღებული კატეგორია „არასახიფათო ნარჩენების ნაგავსაყრელი“ შეესაბამება საერთაშორისო კლასიფიკაციით გათვალისწინებულ კატეგორიას „მუნიციპალური მყარი ნარჩენების ნაგავსაყრელი“. მოცემულ ნაშრომში ჩვენ გამოვიყენებთ ტერმინს „მუნიციპალური მყარი ნარჩენების ნაგავსაყრელი“.

მუნიციპალური მყარი ნარჩენების ნაგავსაყრელები საერთაშორისო პრაქტიკის თანახმად იყოფა რამდენიმე ქვეკატეგორიად:

- სანიტარული ნაგავსაყრელი;
- კონტროლირებადი ნაგავსაყრელი;
- ღია განთავსების ნაგავსაყრელი.

მათ შორის, გარემოსდაცვით სტანდარტებთან ყველაზე მეტად შესაბამისობაში სანიტარული ნაგავსაყრელია, სადაც განთავსებული ნარჩენები იზოლირებული უნდა იყოს გარემოსგან, ვიდრე განთავსებული ნარჩენები არ გახდება გარემოსათვის უსაფრთხო. როგორც წესი, სანიტარული ნაგავსაყრელის მოწყობა და ოპერირება, როგორც მინიმუმ, უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ აუცილებელ კრიტერიუმებს:

- ნაგავსაყრელი მთლიანად ან ნაწილობრივ უნდა იყოს ჰიდროგეოლოგიურად იზოლირებული;
- ნაგავსაყრელის საპროექტო დიზაინი და შესაბამისი საინჟინრო გადაწყვეტები უნდა ეფუძნებოდეს და შეესაბამებოდეს ადგილობრივ გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ კვლევებს;
- უნდა ხორციელდებოდეს ნაგავსაყრელის ოპერირების მუდმივი კონტროლი, რაც გულისხმობს მომსახურე პერსონალის კვალიფიკაციის შემოწმებას და ნაგავსაყრელის ოპერირების მუდმივ ზედამხედველობას (მონიტორინგს);
- უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე ნარჩენების ოპტიმალური განთავსება/განაწილება და შესაბამისი მასალის ერთი ან რამდენიმე ფენით დაფარვა: ნაგავსაყრელზე შეტანილი ნარჩენები უნდა ნაწილდებოდეს ფენებში კომპაქტურად, ხოლო ოპტიმალურად განაწილებული ნარჩენები იფარებოდეს დროულად, რაც ნარჩენების გარემოში გავრცელებას მინიმუმამდე შეამცირებს;
- ნარჩენები უნდა დამუშავდეს (სორტირება, სეპარირება, კომპაქტირება და სხვა) ნაგავსაყრელზე შეტანამდე;
- სახიფათო ნარჩენის აღმოჩენის შემთხვევაში ის უნდა გადამისამართდეს და განთავსდეს სახიფათო ნარჩენების ნაგავსაყრელზე;
- სანიტარული ნარჩენების ნაგავსაყრელები გამოყენებული უნდა იყოს მხოლოდ მუნიციპალური და სხვა არასახიფათო ნარჩენების განსათავსებლად;
- ინერტული ნარჩენების განთავსება უნდა ხდებოდეს სპეციალურ ნაგავსაყრელზე;
- თხევადი, აალებადი, ფეთქებადი ან მჟანგავი, სამედიცინო და სხვა სამკურნალო დაწესებულებების ინფექციური ნარჩენები, გამოყენებული საბურავების (გარდა ველოსიპედის და სხვა ანალოგიური სატრანსპორტო საშუალებებისა), სხვა მსგავსი ნარჩენების განთავსება სანიტარული ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე დაუშვებელია.

არასახიფათო ნარჩენების ნაგავსაყრელების ოპერირების ნებართვის მისაღებად განაცხადში აუცილებლად უნდა იყოს მითითებული შემდეგი ინფორმაცია და დოკუმენტები:

- განმცხადებლის (შესაბამის შემთხვევებში - ოპერატორის) შესახებ დეტალური ინფორმაცია;
- განსათავსებელი ნარჩენების ტიპი და ჯამური რაოდენობა;
- ნარჩენების განთავსების საიტის საერთო ტევადობა;
- ნარჩენების განთავსების საიტის აღწერა;
- დაბინძურების პრევენციის და ლიკვიდირების შემოთავაზებულ მეთოდების აღწერა;
- ოპერირების, მონიტორინგის და მართვის გეგმები;
- ნაგავსაყრელის დახურვისა და შემდგომი მოვლის გეგმა;
- განმცხადებლის ფინანსური მდგრადობის დამადასტურებელი დოკუმენტი;
- გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს:

- მეთანის შეგროვების ინფრასტრუქტურის განვითარებას (გაუმჯობესებას);
- ნაგავსაყრელის გაზის გადამუშავების და გამოყენების კრიტერიუმების და პრაქტიკული შესაძლებლობების რეალიზაციას;
- ნაგავსაყრელის ფილტრატის შეგროვების და გაწმენდის კრიტერიუმების და პრაქტიკული შესაძლებლობების რეალიზაციას [18,19].

როგორც ვხედავთ, მეთანის და ზოგადად ნაგავსაყრელის გაზის გადამუშავება და პრაქტიკული გამოყენება წარმოადგენს სანიტარული ნაგავსაყრელებისადმი აუცილებელი მოთხოვნების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას. ამავე დროს, ნაგავსაყრელის გაზის წარმოქმნის მთავარი წყაროა ნარჩენების ორგანული ბიოდეგრადირებადი კომპონენტები და მათი ეკოლოგიურად და ეკონომიკურად

ეფექტიანი გადამუშავება ჩვენი აზრით არანაკლებ მნიშვნელოვანი ამოცანაა, ვიდრე მეთანის და ნაგავსაყრელის გაზების გადამუშავება და პრაქტიკული გამოყენება, მით უმეტეს, რომ ორივე ამ ამოცანის გადაწყვეტის გზები ერთიანი კომპლექსური ტექნოლოგიის ფარგლებშია შესაძლებელი.

თავი 2. ნარჩენების მართვასთან დაკავშირებული პრობლემები და გარემოზე ზემოქმედება

2.1 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ნაგავსაყრელების ზემოქმედება გარემოზე

წარმოქმნილი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობა და, შესაბამისად, ნაგავსაყრელების მიერ დაკავებული ტერიტორია განუხრელად იზრდება, რაც დაკავშირებულია ადამიანის ჯანმრთელობასა და გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების და სასიცოცხლო რისკების სწრაფ მატებასთან. საყოფაცხოვრებო ნარჩენების არასათანადო მართვით გამოწვეული ნეგატიური ეფექტები განსაკუთრებული სიმძაფრით აისახება ატმოსფეროზე, მიწისქვეშა და ზედაპირულ წყლებისა და ნიადაგის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე, რაც საბოლოოდ მოსახლეობის გაზრდილი ავადობასა და ბუნებრივი გარემოს სტატუსის მკვეთ გაუარესებაში გამოიხატება. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ მაღალგანვითარებულ ქვეყნებში დიდი ყურადღება ექცევა საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის საკითხებს, რაც უზრუნველყოფილია უახლესი ტექნოლოგიებისა და ახალი, უფრო რელევანტური და მკაცრი, სტანდარტების შექმნითა და დანერგვით. უნდა ვაღიაროთ, რომ საქართველოში არსებული ნაგავსაყრელების აბსოლუტური უმეტესობა ვერ პასუხობს საერთაშორისო გარემოსდაცვით სტანდარტებს. ამ გარემოებას კიდევ უფრო მძიმე შედეგი მოაქვს, ვინაიდან ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიაზე უამრავი არასანქცირებული (სტიქიური) ნაგავსაყრელია, რომელთა უმეტესობა მდინარის პირას ან ხევებშია განლაგებული.

მეთანის ემისიები ნაგავსაყრელებიდან ერთერთი გლობალური გარემოსდაცვითი პრობლემაა. არსებულ სიტუაციას ართულებს ის გარემოებაც, რომ მეთანი მიეკუთვნება სათბურის აირებს და მისი ატმოსფეროში გავრცელება სხვადასხვა მწვავე გარემოსდაცვით პრობლემებთანაა დაკავშირებული. იგი აგრეთვე მიჩნეულია კლიმატის გლობალური ცვლილების მნიშვნელოვან მიზეზად და დაკავშირებულია ჯანმრთელობის რისკთან.

ჩვენ ქვეყანაში შექმნილი მძიმე გარემოსდაცვითი სიტუაციის ერთერთი თვალნათლივი მაგალითია ბათუმის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი, სადაც ხდება

აჭარის ავტონომიურ რესპუბლიკაში გენერირებული ნარჩენების დიდი უმეტესობის განთავსება. ნაგავსაყრელის ამჟამინდელი მდგომარეობის კარგი ილუსტრაციაა ის ფაქტი, რომ ნაგავსაყრელის ტერიტორია შემოსაზღვრულიც კი არ არის და აქ თავისუფლად გადაადგილდება ადგილობრივი მოსახლეობის კუთვნილი საქონელი (იხილეთ სურათები 2.1.1.-2.1.2.). ნაგავსაყრელზე მიმდინარეობს მოსახლეობისა და კომერციული ორგანიზაციების მიერ ნარჩენების სორტირების და გატანის პროცესები, რაც წარმოქმნის ნაგავსაყრელზე მოხვედრილი სახიფათო კომპონენტების გავრცელების მოქარბებულ საშიშროებას.

სურათი 1.2.61-1 - 2.1-2 ქალაქ ბათუმის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი



ნაგავსაყრელისთვის განკუთვნილი ტერიტორია უშუალოდ ესაზღვრება მდინარე ჭოროხს და იმის გათვალისწინებით, რომ ნაგავსაყრელის ოპერირებისას არაა დაცული არანაირი ნორმა, მისი უარყოფითი ზემოქმედება მდინარეზე ძალიან დიდია. მდინარე ჭოროხში ჩაედინება ნაგავსაყრელის ნაჟური წყლები და იყრება სხვადასხვა სახის ნარჩენები, რაც საბოლოოდ ხვდება შავს ზღვაში და უარყოფით გავლენას ახდენს მის ჰიგიენურ მდგომარეობაზე.



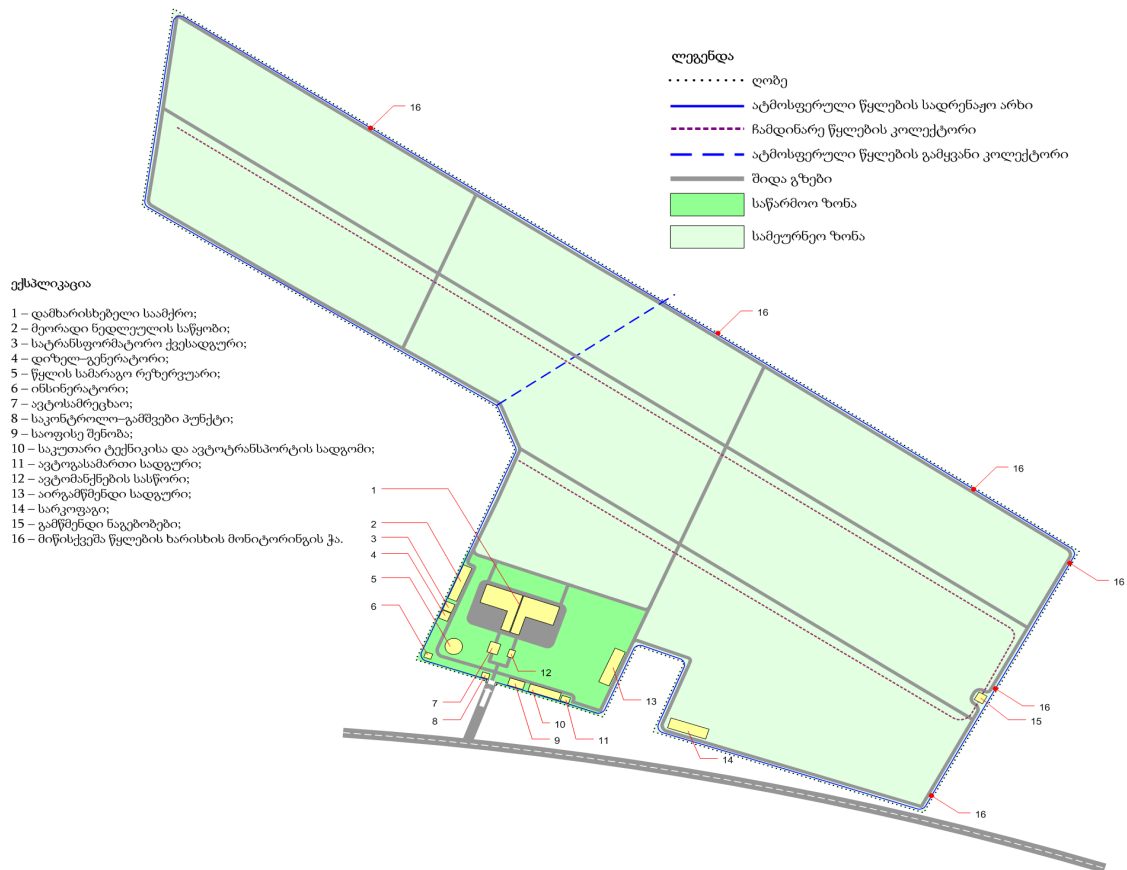
დღეს საქართველოში მხოლოდ 2 მაღალი სტანდარტების შესაბამისი ნაგავსაყრელი არსებობს: თბილისის და რუსთავის. რუსთავის ახალი ნაგავსაყრელი ნარჩენების სეპარირების და განცალკევებით შენახვის საშუალებასაც იძლევა. ეს ნაგავსაყრელი უზრუნველყოფილია ნარჩენების დახარისხების შესაბამისად აღჭურვილი სათანადო წარმადობის უბნითა და დახარისხებული ნარჩენების შენახვისთვის საჭირო სპეციალური უჯრედით, რაც ნარჩენების სამრეწველო გადამუშავების კარგი წინაპირობაა. ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგიის შესაბამისად, საქართველოს მუნიციპალიტეტები ვალდებული არიან დაიწყოთ პლასტმასის, მინის, ქაღალდის და მეტალის სეპარირება არაუგვიანეს 2019 წლისა, რამაც პოზიტიური გავლენა უნდა იქონიოს ნაგავსაყრელების გარემოზე ზემოქმედების შემცირების თვალსაზრისით. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ ორივე ნაგავსაყრელზე მოწყობილია ფილტრატის (ნაჟური წყლები) და ემიტირებული გაზების (ე.წ. „ნაგავსაყრელის გაზების“) შემკრები სისტემები. ამასთანავე, აღსანიშნავია რომ თბილისის მუნიციპალურ ნაგავსაყრელზე შეგროვებული აირები (მათ შორის 60%-მდე

მეთანი) გაწმენდის გარეშე გაიფრქვევა ატმოსფეროში, რაც განაპირობებს დიდ ნეგატიურ ზემოქმედებას გარემოზე და ფაქტიურად უსარგებლოს ხდის ნაგავსაყრელების აირების შეგროვების სისტემას.

2.2 მეთანის ემისიები (ქ. თბილისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელის მაგალითზე)

ქალაქ თბილისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი, რომელიც მდებარეობს გარდაბნის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, სოფ. დიდი ლილოს სიახლოვეს, 2010 წლიდან ფუნქციონირებს და წარმოადგენს საქართველოში ყველაზე კარგად დაპროექტებულ მოქმედ ნაგავსაყრელს (იხილეთ ნახაზის 2.2.1.).

ნახაზი 2.2 -1 თბილისი მუნიციპალური ნაგავსაყრელის გენგეგმა[9]



ნაგავსაყრელის ოპერირებას ახორციელებს შპს „თბილსერვის ჯგუფი“, რომელიც ასევე ვალდებულია უზრუნველყოს ქ. თბილისში წარმოქმნილი ნარჩენების შეგროვება, გატანა და ნაგავსაყრელზე განთავსება. ჩვენი აზრით მუნიციპალური ნაგავსაყრელი აღჭურვილი უნდა იყოს ყველა საჭირო ინფრასტრუქტურით, ნარჩენების არამარტო

დახარისხება დაწვის, არამედ მათი სხვადასხვა მეთოდით გადამუშავებისა და ემიტირებული აირების გაწმენდა/უტილიზაციისთვის. ამის გარეშე ნაგავსაყრელი წარმოადგენს მეთანის და სხვა ემიტირებული აირების უმსხვილეს წყაროს საქართველოში (და, შესაძლოა, მთელს ამიერკავკასიაში). ემიტირებული აირების რაოდენობა და ტიპური შემადგენლობა მოცემულია ცხრილებში. 2.2.1.-2.2.2 .

ცხრილი 1.2.6-1 ნაგავსაყრელის გაზის ტიპური შემადგენლობა

ნივთიერება	კონცენტრაცია
მეთანი	40%-60%
ნახშირორჟანგი	25%-50%
ჟანგბადი	< 1%
ნიტროგენი	5%
წყალბადი	< 0.1%
მხუთავი აირი	< 0.01%
ეთანოლი/პროპანი/ბუტანი და ა.შ.	< 0.01%
წყალბადის სულფიდი	< 100 ppm

ცხრილი 1.2.6-2 ნაგავსაყრელის გაზის წარმოება, თბილისის ნაგავსაყრელი - უჯრედი 1 [9]

წელი	განთავსებული ნარჩენები (t)	ნაგავსაყრელის გაზის რაოდენობა (მ3/წელში)	ელექტროენერგიის საპროექტო წარმოება (kWh/წელიწადში)
2010	30 000	18 709,6	34 946
2011	320 000	71 019,2	132 652
2012	350 000	477 051,4	891 051
2013	350 000	1 262 006,2	2 357 213

2014	350 000	2 338 622,3	4 368 148
2015	350 000	3 610 761,0	6 744 287
2016	350 000	5 023 361,0	9 382 783
2017	350 000	6 489 161,0	12 120 648
2018	350 000	7 954 483,6	14 857 621
2019	350 000	9 019 406,2	16 846 715
2020	-	9 600 390,1	17 931 894
2021	-	9 787 512,7	18 281 407
2022	-	9 637 696,6	18 001 576
2023	-	9 234 480,5	17 248 437
2024	-	8 637 125,7	16 132 680
2025	-	7 888 570,9	14 734 507
2026	-	6 948 216,1	12 978 085
2027	-	5 912 200,0	11 042 983
2028	-	4 789 400,0	8 945 784
2029	-	3 675 000,0	6 864 274
2030	-	2 646 000,0	4 942 277
2031	-	1 764 000,0	3 294 852
2032	-	1 029 000,0	1 921 997
2033	-	490 000,0	915 237

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ნაგავსაყრელის გაზები განსხვავდებიან არა მარტო მიკროელემენტების ტიპითა და ოდენობით, არამედ ასევე CH:CO შეფარდებით, რთულია ზუსტად შევაფასოთ გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების ხარისხი (მათ შორის კლიმატის გლობალური ცვლილების თვალსაზრისით) საქართველოს სხვადასხვა ნაგავსაყრელებისთვის. ამავე დროს ცხადია, რომ ეს ზემოქმედება მნიშვნელოვანია, ისევე როგორც არგამოყენებული ენერგეტიკული პოტენციალი.

კერძოდ, რაოდენობრივი და თვისობრივი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საშუალოდ ერთი ტონა მუნიციპალური ნარჩენებიდან წარმოიქმნება დაახლოებით 208 მ³ (149 კგ) მეთანის გაზი [27]. 2017 წელს თბილისის მუნიციპალურ ნაგავსაყრელზე დაახლოებით 350 000 ტონა მყარი ნარჩენი განთავსდა, საიდანაც ჯამში დაახლოებით 72 800 000 კუბური მეტრი (52 150 ტონა) მეთანი წარმოიქმნა. საქართველოში 2017 წელს წარმოქმნილი მყარი ნარჩენების რაოდენობაზე გადაანგარიშებით, ნაგავსაყრელებიდან ემიტირებული მეთანის საერთო რაოდენობამ მიახლოებით შეადგინა:

$$800\,000 \cdot 208 = 166\,400\,000 \text{ მ}^3 = 119\,200 \text{ ტ.}$$

გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ საქართველოში არსებული მუნიციპალური ნაგავსაყრელების აბსოლუტური უმეტესობა არაა აღჭურვილი ნაგავსაყრელიდან ემიტირებული მეთანის შემგროვებელი (მითუმეტეს გამწმენდი და გადამამუშავებელი) სისტემით და შესაძლებელია შევაფასოთ წარმოქმნილი მეთანის ატმოსფეროში გაფრქვევით მიყენებული გარემოსდაცვითი ზიანი და არმიღებული მატერიალური სარგებელი.

მთელ რიგ შემთხვევებში არასწორად წარმართული ოპერირების გამო თბილისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელი იქცა გარემოს დაბინძურების ერთერთ წყაროდ. ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე შეტანილი ნარჩენების დროულად არ იფარება მიწის საფარით, რაც სხვადასხვა სახის ნარჩენების გარემოში გავრცელების წინაპირობაა; ახლომდებარე დასახლებულ პუნქტებში იქმნება გაუსაძლისი პირობები, რადგანაც ზაფხულის პერიოდში ნაგავსაყრელზე შეტანილი ორგანული ნარჩენების ლპობის შედეგად წარმოიქმნება უსიამოვნო სუნის.

2.3 დახურული ნაგავსაყრელების მოვლა-პატრონობა და ტერიტორიული პრობლემები

თითოეულ ნაგავსაყრელს გააჩნია თავისი სასიცოცხლო ციკლი, რომლის დასრულების შემდეგ იგი უნდა დაიხუროს არსებული გარემოსდაცვითი პირობების შესაბამისად. „ნაგავსაყრელის მოწყობის, ოპერირების, დახურვისა და შემდგომი მოვლის შესახებ“ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე საქართველოს მთავრობის №421 დადგენილების (2015 წლის 11 აგვისტო, ქ. თბილისი) 40-ე მუხლის თანახმად, ნაგავსაყრელის დახურვა უნდა განხორციელდეს შემდეგი შემთხვევებში:

- ნაგავსაყრელი ამ მისი ნაწილი მიაღწევს ნაგავსაყრელის პროექტში განსაზღვრულ იმ საპროექტო ნიშნულებსა და ზღვრებს, რომლებიც მითითებულია ნებართვაში;

ან

- სამინისტრო გამოიტანს დადებით გადაწყვეტილებას, ნაგავსაყრელის ან მისი ნაწილის დახურვის შესახებ, ნაგავსაყრელის ოპერატორის მოთხოვნის საფუძველზე;

ან

- სამინისტრო მიიღებს დასაბუთებულ გადაწყვეტილებას ნაგავსაყრელის ან მისი ცალკეული ნაწილის დახურვასთან დაკავშირებით.

ნაგავსაყრელი ან მისი ნაწილი დახურულად ითვლება მხოლოდ მას შემდეგ, რაც საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო ადგილზე შემოწმებისა და ნაგავსაყრელის დახურვის გეგმის შესრულების შეფასების საფუძველზე წერილობით აცნობებს ნაგავსაყრელის ოპერატორს დახურვის დადასტურების შესახებ.

ნაგავსაყრელის ან მისი ნაწილის დახურვის შემთხვევაში, ნაგავსაყრელის ოპერატორი არ თავისუფლდება კანონმდებლობით დაკისრებული ვალდებულებისაგან. მან უნდა შეიმუშაოს ნაგავსაყრელის დახურვის გეგმა, რომელიც უნდა მოიცავდეს ნაგავსაყრელის დახურვასა და შემდგომ მოვლასთან დაკავშირებულ შემდეგ ინფორმაციას:

- იმ აშენებული მუდმივი ობიექტების დემონტაჟისა და გატანის პროცესის აღწერას, რომლებიც არ არის დაკავშირებული გარემოს დაცვასა და ტერიტორიის

სამომავლო ფუნქციონირებასთან, ნაგავსაყრელის დახურვის შემდგომი მოვლის ეტაპზე;

- ნაგავსაყრელის ზედაპირის შემჭიდროების პროცესის აღწერას ნაგავსაყრელის დამტკიცებული პროექტისა და ნებართვის შესაბამისად იმ მოთხოვნებთან ერთად, რომლებიც ეხება ზედაპირული საიზოლაციო სისტემისა და ნაგავსაყრელის დახურვისთვის საჭირო სხვა ელემენტების მონტაჟს.

ნაგავსაყრელის დახურვის შემდეგ ნაგავსაყრელის ოპერატორმა უნდა განახორციელოს ნაგავსაყრელის ტერიტორიის შემდგომი მოვლის ღონისძიებები, რომლებიც მოიცავს, სულ მცირე, ყველა სახის აუცილებელი ინფრასტრუქტურის, მათ შორის ღობისა და ჭიშკრების, შენარჩუნებას, გამონაჟონისა და აირების მართვის სისტემების შენარჩუნებასა და მუშაობას, ასევე ტერიტორიის ახლომდებარე ზედაპირული წყლების რეჟიმის და ყველა იმ გარემოსდაცვითი პარამეტრების მონიტორინგსა და კონტროლს, რომლებიც განსაზღვრულია დახურვის დამტკიცებულ გეგმასა და ზემოთ მითითებულ ტექნიკურ რეგლამენტში. აღნიშნული ღონისძიებები ნაგავსაყრელის ოპერატორის მიერ ხორციელდება სამინისტროს მიერ დადგენილი ვადით, რაც განისაზღვრება ადამიანის ჯანმრთელობასა და გარემოსთვის ნაგავსაყრელით გამოწვეული შესაძლო საფრთხეების გათვალისწინებით. მნიშვნელოვანია, რომ ევროკავშირის შესაბამისი დირექტივით ეს ვადა განსაზღვრულია 30 წლის ვადით, ხოლო საქართველოში შესაბამისი კანონქვემდებარე აქტები ზუსტ მითითებას არ იძლევიან და გონივრული ვადის განსაზღვრა ხდება სამინისტროების რეკომენდაციების და გადაწყვეტილების საფუძველზე, რაც, ჩვენი აზრით, ზრდის გარემოსთვის მიყენებული ზიანის სავარაუდო ალბათობას. ამგვარი რისკის შესამცირებლად, ნაგავსაყრელის დახურვის შემდგომი მოვლის პერიოდში კონტროლისა და მონიტორინგის გეგმის შესრულების შედეგად გამოვლენილი გარემოზე მნიშვნელოვანი უარყოფითი ზემოქმედების შემთხვევაში, ნაგავსაყრელის ოპერატორი ვალდებულია დაუყოვნებლივ აცნობოს აღნიშნულის თაობაზე სამინისტროს და საკუთარი ხარჯით უზრუნველყოს სამინისტროს მითითებების შესრულება უარყოფითი შედეგების აღმოსაფხვრელად.

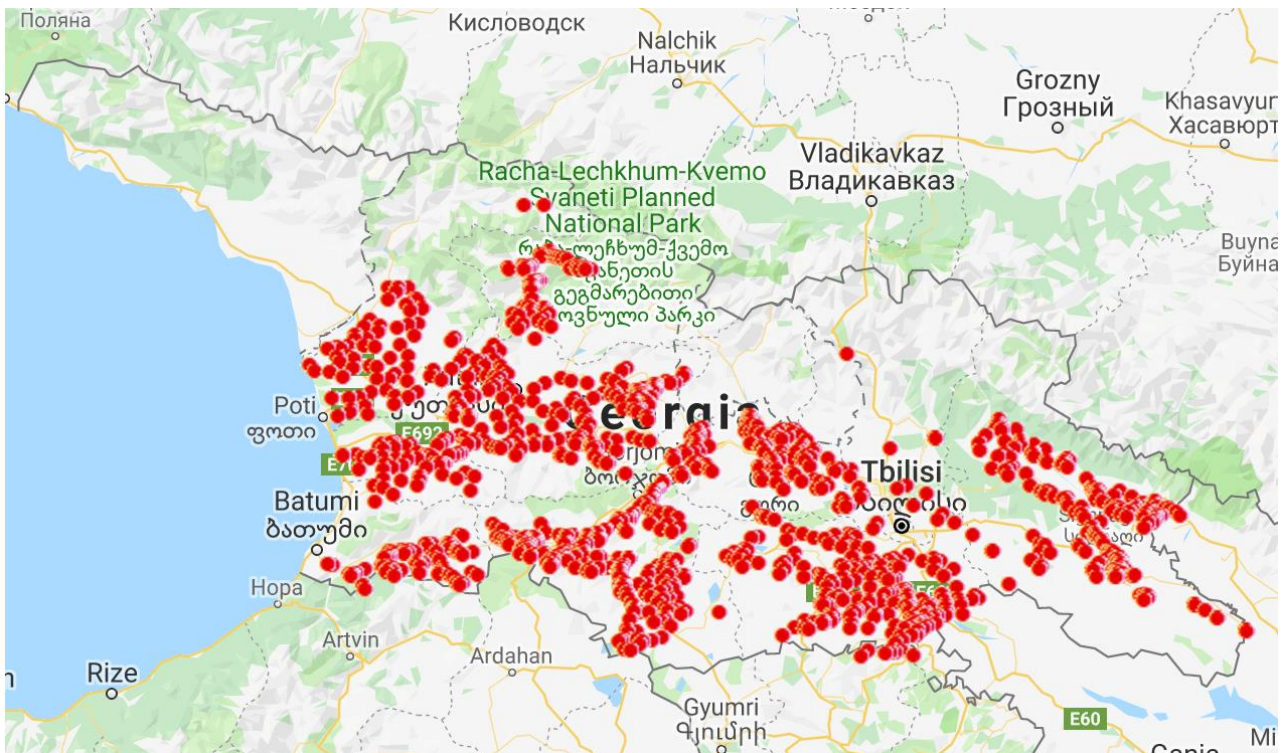
ევროკავშირში აღიარებული (პრიორიტეტული) და საქართველოსთვის (როგორც მცირემიწიანი ქვეყნისთვის) განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი პრობლემა არის ნაგავსაყრელებით დაკავებული სულ უფრო მზარდი ტერიტორიები, რომლებიც სერიოზულ უარყოფით ფაქტორს წარმოადგენს ეკოლოგიურად სუფთა სასოფლო-სამეურნეო, სამრეწველო და საცხოვრებელი სექტორის შენარჩუნებისთვის (მითუმეტეს გაფართოებისთვის). „მცოცავი“ ოკუპაციის, ნიადაგების კატასტროფული სისწრაფით მზარდი ეროზიის, სეტყვისა და სხვა სტიქიური მოვლენების (მეწყერი, ღვარცოფი, ზვავი, კლდეზვავი, წყალდიდობა და სხვა) გახშირების, დიდი ჰესების და წყალსაცავების მშენებლობის და შავი ზღვის სანაპირო ზოლის წარეცხვის პირობებში ამ ფაქტორის მნიშვნელობა განუწყვეტლივ იზრდება და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადამუშავებას სასიცოცხლო მნიშვნელობა ენიჭება ჩვენი ქვეყნის მდგრადი (სოციო-ეკონომიკური და გარემოსდაცვითი) განვითარებისთვის. სადღეისოდ არსებულ ფართობებს, რომელიც მყარი ნარჩენების ნაგავსაყრელებს უკავია დაგეგმილი რეფორმის გათვალისწინებით (8 ახალი რეგიონული სანიტარული ნაგავსაყრელის მშენებლობა და ოპერირებაში შეყვანა) 2025 წლისთვის ამ ტერიტორიებს დაემატება ნაგავსაყრელების მიერ ათვისებული დამატებითი ფართობები. ანუ ჩვენ ქვეყანაში ნარჩენებით გამოწვეული „ტერიტორიული დანაკარგი“ კიდევ რამდენჯერმე გაიზრდება. ეს ტერიტორია, რომელიც ძირითადად მსხვილი ურბანული და მჭიდროდ დასახლებული აგრარული ცენტრების მახლობლად იქნება განთავსებული, უახლოესი ნახევარი საუკუნის განმავლობაში შეიძლება მხოლოდ გაიზარდოს. ეს ცალსახაა, ვინაიდან სოციო-ეკონომიკური განვითარება აუცილებლად დაკავშირებულია გენერირებული საყოფაცხოვრებო ნარჩენების საერთო რაოდენობის ზრდასთან, ამდენად, საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადამუშავების მაღალი გარემოსდაცვითი, ეკონომიკური და ენერგეტიკული ეფექტურობის მქონე, ქვეყნის მასშტაბით მოქმედი სისტემის ჩამოყალიბების და ოპერირების გარეშე შეუძლებელი იქნება ტერიტორიული დანაკარგების შემცირება.

2.4 არასანქცირებული (სტიქიური) ნაგავსაყრელების პრობლემა საქართველოში

სტიქიური ნაგავსაყრელები ჩვენი ქვეყნის ერთერთი სერიოზული პრობლემა და მნიშვნელოვანი გამოწვევაა. საქართველოში თითქმის არ არსებობს დასახლებული

პუნქტი სადაც არაკანონიერ ნაგავსაყრელი არ ფიქსირდება. მოცემული პრობლემა კომპლექსურია და პირველ რიგში დაკავშირებულია საზოგადოების ცნობიერების დაბალ დონესთან და ჩვენ ქვეყანაში არსებული ნარჩენების მართვის სისტემის გაუმართაობასთან.

სურათი 1.2.64-1 . სტიქიური ნაგავსაყრელების განთავსების ადგილები საქართველოს მასშტაბით [51]



სტიქიური ნაგავსაყრელების პრობლემები ყველაზე მეტად გამოხატულია იმ დასახლებებში, რომელთაც ნარჩენების შეგროვების მომსახურება არ მიეწოდებათ, თუმცა უნდა ითქვას, რომ ჩვენი ქვეყნის დედაქალაქში, სადაც ნარჩენების შეგროვების სიტემა საკმაოდ გამართულია და ქალაქის მთელ ტერიტორიას მოიცავს, ხშირად ვხვდებით უკონტროლო ნაგავსაყრელებს (მაგალითისთვის გამოდგება სურათები 1.5.2.- 1.5.3).

**სურათი 1.2.64-2 - 2.4-3 ქალაქ თბილისში, თემქის დასახლებაში არსებული არაკანონიერი
ნაგავსაყრელები**



სტიქიურ ნაგავსაყრელებზე განთავსებული ნარჩენების საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შემადგენლობის მსგავსია, თუმცა აქ ვხვდებით ისეთი სახის ნარჩენებს რომელთა წარმომავლობა დაკავშირებულია საწარმოო საქმიანობებთან. ხშირად, სტიქიური ნაგავსაყრელები შეიცავენ სახიფათო ნარჩენებსაც (იხილეთ სურათი 2.4.4. - 2.4.5.), რაც რამდენჯერმე ზრდის ადამიანის ჯანმრთელობასა და გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების საფრთხეებს.

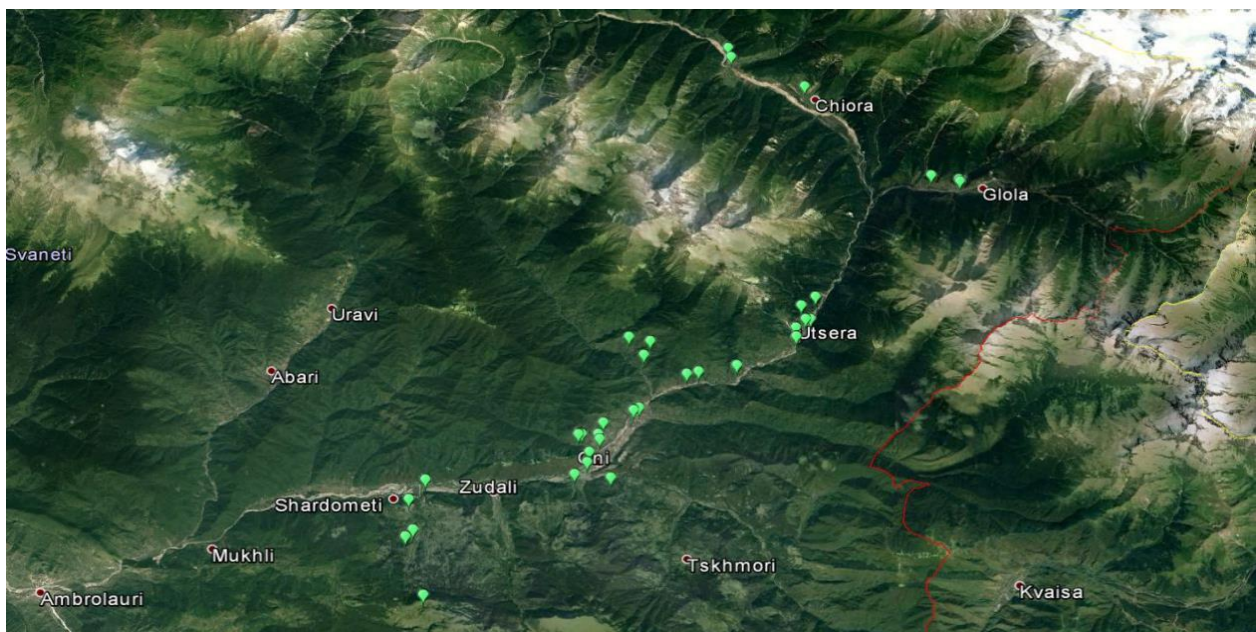
სურათი 1.2.6აზბესტშემცველი მასალის ნარჩენები



სურათ 2.4.1-ზე წარმოდგენილი სტიქიური ნაგავსაყრელების რაოდენობა და განთავსების ადგილები არასრულყოფილია, სადაც ფაქტიურად არაა დატანილი ონის მუნიციპალიტეტში არსებული არაკანონიერი ნაგავსაყრელები, ამიტომ ვეცადეთ ეს დანაკლისი შეგვესო 2017 წლის სექტემბერში ჩატარებული კვლევის მონაცემებით (იხილეთ სურათი 2.4.6.). როგორც საქართველოს სხვა მუნიციპალიტეტებში, ასევე ონის

მუნიციპალიტეტშიც არაკანონიერი ნაგავსაყრელების პრობლემა აშკარაა და, მიუხედავად იმისა, რომ ქალაქ ონს მთლიანად და მუნიციპალიტეტის სოფლების გარკვეულ ნაწილს ნარჩენების შეგროვების სერვისი მიეწოდება, კვლევის პერიოდში დაფიქსირდა არაკანონიერი ნაგავსაყრელების საკმაოდ დიდი რაოდენობა. პრობლემა უფრო მეტად იმ ადგილებშია გამოხატული, სადაც ნარჩენებისთვის კონტეინერები განთავსებული არაა. ასევე რთული ვითარებაა მინერალური მჟავე წყლების მიმდებარე ტერიტორიებზე, რომელიც ონის მუნიციპალიტეტში საკმაოდ ბევრია. ასეთ ადგილებში მიმოფანტულია პლასტიკის შესაფუთი მასალის და სხვა სახის ნარჩენები.

სურათი 1.2.6 არაკანონიერი ნაგავსაყრელების განთავსების რუკა



სურათი 1.2.64.7 – 2.4.12 არაკანონიერი ნაგავსაყრელები ონის მუნიციპალიტეტში





შედარებით მცირე მასშტაბით, თუმცა გარემოსდაცვითი სტანდარტებისადმი შეუსაბამო ნაგავსაყრელების მსგავსად, არაკანონიერი ნაგავსაყრელები ხასიათდება გარემოზე და ადამიანის ჯანმრთელობაზე უარყოფითი ზეგავლენით. ზემოქმედების ხარისხი დამოკიდებულია არაკანონიერ ნაგავსაყრელებზე განთავსებული ნარჩენების ადგილმდებარეობაზე, შემადგენლობასა და რაოდენობაზე.

2.5 ნაგავსაყრელების გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების დამოკიდებულება მათ ტექნიკური აღჭურვაზე და სხვა მნიშვნელოვან ფაქტორებზე

საქართველოში მყარი მუნიციპალური ნარჩენების განთავსების ამჟამად არსებული ყველა ობიექტი შეიძლება მივაკუთვნოთ ორ ჯგუფს: კონტროლირებადი (თბილისის და რუსთავის) და არაკონტროლირებადი (ყველა დანარჩენი) ნაგავსაყრელი, რომელთა დიდი ნაწილი როგორც მინიმუმ 2030 წლამდე იარსებებს ახლანდელი ან რამდენადმე მოდიფიცირებული სახით, ვიდრე მწყობრში არ შევა 8 ახალი რეგიონალური სანიტარული ნაგავსაყრელი. საყურადღებოა, რომ დახურვის შემდეგაც ყველა ამჟამად

არსებული ნაგავსაყრელის ნაჟური წყლებით წარმოქმნილი ფილტრატი და ემიტირებული აირები რამდენიმე ათეული წლის განმავლობაში დააბინძურებენ ატმოსფეროს, გრუნტის/ზედაპირულ წყლებს და მიმდებარე ვრცელი ტერიტორიების ნიადაგებს და გაზრდიან ჯანმრთელობის და სიცოცხლის რისკებს. ფილტრატი წარმოიქმნება ატმოსფერული ნალექების და სხვა თხევადი კომპონენტების განთავსებული ნარჩენების მასაში გაღწევის შედეგად მის ფუძეში კონცენტრირებულ სითხეს, რომელშიც კონცენტრირებულია ნარჩენებიდან გამოტუტული ტოქსიკური ნივთიერებები (მძიმე ლითონები, ორგანული და არაორგანული ნივთიერებები, ბიოლოგიური და ქიმიური პროცესებით წარმოქმნილი დაშლის პროდუქტები). იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაგავსაყრელი არ არის აღჭურვილი სათანადო „ფილტრატსაწინააღმდეგო“ ეკრანით, არინების და გაწმენდის სისტემით, ფილტრატი თავისუფლად ჩამოედინება გარემოში რელიეფის შესაბამისად და ხვდება ნიადაგში, ზედაპირულ და გრუნტის წყლებში. ფილტრატის მოხვედრამ ნიადაგსა და გრუნტის წყლებში დიდი ალბათობით შეიძლება გამოიწვიოს გარემოს მნიშვნელოვანი დაბინძურება არა მარტო სახიფათო ორგანული და არაორგანული ტოქსიკური ნაერთებით და ელემენტებით, არამედ ჰელმინტების კვერცხებით და პათოგენური მიკროორგანიზმებით. არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელების ფილტრატით გამოწვეული ტიპური დაბინძურების შესაფასებლად შეიძლება გამოვიყენოთ თბილისის გლდანის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონის გარემოს ჰიდროქიმიურ მაჩვენებლებზე ზემოქმედების (ცხრილი 2.5.1) [49] და ქალაქ მარიუპოლის (უკრაინა) № 1 და №2 მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონების ტერიტორიაზე გრუნტის წყლების ქიმიური შემადგენლობის [50] კვლევის შედეგები (ცხრილი 2.5.2).

ცხრილი 1.2.65-1 ზღვ გადაჭარბების მაჩვენებელი (ფარდობითი ერთეულები) გრუნტის წყლებში (თბილისი, გლდანი)

დამბინძურებელი კომპონენტი	ზღვ გადაჭარბების მაჩვენებელი (ფარდობითი ერთეულები) გრუნტის წყლებში (თბილისი, გლდანი)
SO ₄ 2-	5.4
Cl-	9.7
Na+ + K+	2.7
Ca ²⁺	3.5
Mg ²⁺	18
NO ₂ -	3.1

NH ₄ ⁺	225
PO ₄ ³⁻	6.1
ფენოლები	5000
ნავთობპროდუქტები	800
Pb	46
Zn	20
Cu	300
Fe	9

ცხრილი 1.2.65-2 ზღვ გადაჭარბების მაჩვენებელი (ფარდობითი ერთეულები) გრუნტის წყლებში (მარიუპოლი, უკრაინა)

დამბინძურებელი კომპონენტი	ზღვ გადაჭარბების მაჩვენებელი (ფარდობითი ერთეულები) გრუნტის წყლებში (მარიუპოლი, უკრაინა)
მშრალი ნარჩენი	2,1-3,4
სულფატები	1,1-1,3
ქლორიდები	1,8-2,3
სიხისტე (საერთო)	2,0-2,7
აზოტი (ამონიური)	2,3-3,3
ნიტრიტები	1,1-1,9
ფტორი	1,8-3,2
ფენოლები	2000-3000
მანგანუმი	1,5-2,8
რკინა	230-340
ალუმინი	1,3- 2,2
ბარიუმი	1,2-3,7
სელენი	1,2-3,7
ტყვია	3,2
ნიკელი	1,4-2,1
კობალტი	3,0
კადმიუმი	5,0
ნავთობპროდუქტები	1,8

წყლის დაბინძურების ხარისხის შესაფასებლად პოსტსაბჭოურ ქვეყნებში გამოიყენება ე.წ. დაბინძურების ინდექსი:

$$K = 1/N \sum_{i=1} C_i/Z_i$$

სადაც C_i - შესაბამისი კომპონენტების კონცენტრაციაა, Z_i - შესაბამისი კომპონენტების ზღვ, ხოლო N - გათვალისწინებული კომპონენტების რიცხვი [42,44].

დაბინძურების ინდექსი, როგორც წესი, გამოიყენება წყლის ხარისხის დასახასიათებლად შემდეგი კლასიფიკაციის შესაბამისად [43]:

ცხრილი 1.2.65-3 წყლის დაბინძურების ინდექსი და დახასიათება

წყლის ხარისხის კლასი	დახასიათება	დაბინძურების ინდექსის მნიშვნელობა
I	ძალიან სუფთა	<0.2
II	სუფთა	0.2-1.0
III	ნაკლებად დაბინძურებული	1.0-2.0
IV	დაბინძურებული	2.0-4.0
V	ბინძური	4.0-6.0
VI	ძალიან ბინძური	6.0-10.0
VII	უკიდურესად ბინძური	>10.0

ჩვენ მიერ განხილულ ყველა შემთხვევაში არაკონტროლირებადი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ტერიტორიაზე გამოკვლეული გრუნტის წყლები განეკუთვნებოდა VII კლასს (უკიდურესად ბინძური).

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების არაკონტროლებადი ნაგავსაყრელების ფილტრატის შემადგენლობაში კანცეროგენური ნივთიერების (პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადების და მძიმე ლითონების) მაღალი კონცენტრაცია შეიძლება გახდეს ონკოლოგიური დაავადებების შესამჩნევად მოჭარბებული შემთხვევების მიზეზი[45], თუმცა დღემდე ჩატარებული კვლევების დიდი ნაწილი არ იძლევა ცალსახა დასკვნების გაკეთების საშუალებას [34].

ნაგავსაყრელიდან ემიტირებული აირის (ე.წ. „ნაგავსაყრელის გაზი“) ძირითადი კომპონენტები - სათბურის გაზები მეთანი და ნახშირორჟანგი - კლიმატის გლობალური ცვლილების უმნიშვნელოვანესი ფაქტორებია. გარდა ამისა, „ნაგავსაყრელის გაზი“ შეიცავს მრავალ ტოქსიკურ ორგანულ ნაერთს, რომელიც იმავდროულად ხასიათდება მძაფრი უსიამოვნო სუნით. ემიტირებული აირების შეუზღუდავი გავრცელება გარემოში იწვევს ლოკალური და გლობალური მასშტაბის ნეგატიურ ეფექტებს. მაგალითად, მისი კონცენტრირების ადგილებში მკვეთრად იზრდება ხანძრისა და აფეთქების საშიშროება როგორც თვითონ ნაგავსაყრელებზე, ასევე მათ მახლობლად განლაგებულ შენობებსა და სხვა სახის კონსტრუქციებში (მაგალითად, გვირაბებში და მიწისქვეშა სათავსოებში. ხშირია მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების თვითაალების შემთხვევები, რის შედეგადაც დამატებით ხდება ტოქსიკური ნივთიერებების (კერძოდ, დიოქსინების) წარმოქმნა, რაც

კიდევ უფრო ზრდის უარყოფით ზემოქმედებას გარემოზე და ჯანმრთელობის/სიცოცხლის რისკებს. დახურულ სივრცეებში ნაგავსაყრელებიდან ემიტირებული აირების კონცენტრაცია სახიფათოა ტოქსიკოლოგიური თვალსაზრისითაც, ვინაიდან ძლიერ ხშირია მუშაკთა მძიმე (მათ შორის ლეტალური) და საშუალო სიმძიმის მოწამვლის შემთხვევები ნაგავსაყრელების მახლობლად განლაგებულ ჩადრმავებულ და მიწისქვეშა საინჟინრო კომუნიკაციებში სამუშაოების ჩატარების დროს. რაც შეეხება მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების კანცეროგენურ ზემოქმედებას, ამ საკითხზეც ძნელია ცალსახა დასკვნის გაკეთება.

არსებული ლიტერატურის ანალიზმა აჩვენა, რომ მაღალი ან დასაშვები სანდოობით დასტურდება მუნიციპალური ნაგავსაყრელებით განპირობებული დაბინძურების სარწმუნო კორელაცია შემდეგი სახის ონკოლოგიური დაავადებების სიხშირის მნიშვნელოვან ზრდასთან: სტრესი, მომატებული შფოთვა, ფსიქიატრიული აშლილობა; თირკმელების დისფუნქცია და ძვლოვანი სისტემის დაზიანება; თანდაყოლილი დეფექტები; ახალშობილთა წონის ნაკლებობა და ნაადრევი მშობიარობა. რაც შეეხება კანცეროგენურ ზემოქმედებას, სარწმუნო კორელაცია დადგენილია ათობით არასანქცირებული ნაგავსაყრელების შემთხვევაში [11, 16, 22], და მხოლოდ ერთი სანიტარული ნაგავსაყრელის გარემოზე ზემოქმედების კვლევაში [24]. ამ კვლევაში შემთხვევა-კონტროლის (case-control) და გამოკითხვის მეთოდების გამოყენებით შესწავლილი იყო მონრეალში (კანადა) მდებარე მაირონ ქუორის მუნიციპალური ნაგავსაყრელის მიმდებარე 13 ტერიტორიის 2998 მაცხოვრებლის და ერთი მოშორებით განლაგებული საკონტროლო ტერიტორიის 417 მაცხოვრებლის ავადობა პანკრეასის, ღვიძლის და წინამდებარე ჯირკვლის (პროსტატის) კიბოთი. კვლევის მონაცემები მოცემულია ცხრილში 2.5.4.

ცხრილი 1.2.6-4 მაირონ ქუორის მუნიციპალური ნაგავსაყრელის მიმდებარე ჩატარებული კვლევის შედეგები

დაავადების დასახელება	ავადობის ფარდობითი მაჩვენებელი კონტროლთან შედარებით (95% სანდოობით), OR	მანძილი ნაგავსაყრელიდან	სანდოობის ინტერვალი, CI
პანკრეასის კიბო	1.4	<5 კმ	0.8-2.6

ღვიძლის კიბო	1.8	<5 კმ	0.8-4.3
პროსტატის კიბო	1.5	<5 კმ	1.0-2.1
არა-ჰოდგკინის ლიმფომა	1.5.	<5 კმ	0.8-2.6
თირკმელის კიბო	1.1	<5 კმ	0.8-1.5
პანკრეასის კიბო	2.2	<1.25 კმ	1.0-4.6
ღვიძლის კიბო	2.1	<1.25 კმ	0.8-5.3
პროსტატის კიბო	1.7	<1.25 კმ	0.9-2.3
არა-ჰოდგკინის ლიმფომა	2.0	<1.25 კმ	1.0-4.0
თირკმელის კიბო	1.4	<1.25 კმ	0.9-2.3

ამ მონაცემებიდან კარგად ჩანს, რომ ნაგავსაყრელიდან მანძილის შემცირებით შესაძლებელია იზრდება მოსახლეობის ონკოლოგიური ავადობის რისკი. ჩატარებული ანალიზი საფუძველს გვძლევს დავასკვნათ რომ ჯანმრთელობის მოჭარბებული რისკი ბევრად უფრო გამოკვეთილია არასანქცირებული (სტიქიური) ნაგავსაყრელების შემთხვევაში, სანიტარულ და კონტროლირებად ნაგავსაყრელებთან შედარებით. შესაბამისად, ნაგავსაყრელების საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად მოწყობა და აღჭურვა ფილტრატის და ემიტირებული აირების შეგროვების თანამედროვე სისტემების მეშვეობით რამდენჯერმე ამცირებს გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების ხარისხს, თუმცა მთლიანად ვერ ხსნის ამ პრობლემას. გასათვალისწინებელია, რომ ამ მიმართულებით საგრძნობი პროგრესის მიუხედავად, ნაგავსაყრელების ტერიტორიის განუხრელი ექსტენსიური ზრდა უახლოესი ათწლეულების განმავლობაში მაინც გარდაუვალია.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადამუშავების გარემოსდაცვაზე ორიენტირებული ენერგოეფექტური ტექნოლოგიის ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტიანი მეთოდია საწვავის (კერძოდ მეთანოლის) მიღება. ნარჩენების ნაგავსაყრელზე განთავსების და მიწით დაფარვის შემდგომ, სწრაფად ვითარდება ანაერობული პირობები, სადაც მეთანოგენური მიკროორგანიზმების ზემოქმედებით წარმოებს ორგანული ნივთიერებების ბიოკონვერსიის პროცესი. ამ პროცესის შედეგად წარმოიქმნება ნაგავსაყრელის გაზი, რომლის მაკროკომპონენტებია მეთანი და ნახშირბადის დიოქსიდი. მაკროკომპონენტების პროცენტული განაწილება საშუალებას

იძლევა ემიტირებული გაზის მეთანოლად მაღალეფექტური გადამუშავებისთვის. მიკრომინარევების სახით ნაგავსაყრელის გაზში შეიძლება შედიოდეს ათობით სხვადასხვა ორგანული ნაერთი, რომლებიც განსაზღვრავს მის სპეციფიურ თვისებებს და მათ შორის ტოქსიკურობას. გაზის ტოქსიკურობის განმსაზღვრელი ნაერთებია გოგირდწყალბადი და მერკაპტანები, რომლებიც განაპირობებენ მისთვის დამახასიათებელ არასასიამოვნო სუნს. ნაგავსაყრელის გაზი. თავისი შემადგენლობის და გარემოზე ზემოქმედების ხასიათიდან გამომდინარე, მიეკუთვნება ე.წ. „სათბურის გაზების“ რიცხვს, რაც განაპირობებს მისი უტილიზაციის გლობალურ მნიშვნელობას.

ნაგავსაყრელებიდან წარმოქმნილი გაზი ხანძრის გავრცელების მიზეზია. არაკონტროლორებად ნაგავსაყრელებზე ხშირია გაზების აალების შემთხვევები რაც დამატებით საფრთხეს წარმოადგენს ადამიანის ჯანმრთელობისა და გარემოზე ზემოქმედების თვალსაზრისით. ნაგავსაყრელის გაზების მათი ტოქსიკურობის გამო შესაძლოა ადამიანთა მოწამვლისა და ფატალური შედეგის მიზეზი გახდეს. ასევე ცნობილია ნაგავსაყრელის გაზების ნეგატიური ზემოქმედება მცენარეულ საფარზე, რაც დაკავშირებულია ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგში დაგროვებასა და შემდგომ მცენარეულის საფარის ფესვთა სისტემის ასფიქსიასთან.

2.6 მუნიციპალური მყარი ნარჩენების განთავსების ობიექტების მიერ გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების დამოკიდებულების კვლევის არსებული მეთოდოდეების გაუმჯობესების და ახალი მეთოდოდეების ძიების საჭიროება.

მკვლევართა დიდი ნაწილი ემხრობა იმ აზრს, რომ სანიტარული ნაგავსაყრელების გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების ზუსტი და მაღალი სანდოობით განსაზღვრა ხშირად გართულებულია მრავალი სუბიექტური და ობიექტური ფაქტორის გამო. ყველაზე მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ პრაქტიკულად ვერ ხერხდება გამოკითხულთა პერსონალური ექსპოზიციის განსაზღვრა და ზემოქმედების ძირითად მახასიათებლად, როგორც წესი, განიხილება ნაგავსაყრელთან საცხოვრებელი ადგილის სიახლოვე ან გამოიყენება მოდელირების სხვადასხვა ხერხი, რომელიც საკმარისი სისრულით ვერ აღწერს პერსონალურად ადამიანზე წარმოებული ზემოქმედების

(მითუმეტეს -კომპლექსური ზემოქმედების) დოზას. ზემოქმედების დახასიათება და ჯანმრთელობის რისკების განსაზღვრა განსაკუთრებით რთულია, როდესაც დაავადება ხასიათდება სიმპტომების ჩამოყალიბების და გამოვლინების დიდი ხანგრძლივობით, ადგილი აქვს მოსახლეობის კვლევის რეგიონში ინტენსიურ ემიგრაციულ და იმიგრაციულ პროცესებს და თანმდევი ნეგატიური ფაქტორების სიმრავლეს [11]. მაგალითად, ზემოქმედების სრულფასოვანი და ზუსტი დახასიათების მნიშვნელობაზე მეტყველებს ის გარემოება, რომ კადმიუმით დაბინძურების შემთხვევაში მისი კანცეროგენური ზემოქმედება ადგილობრივი მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე დიდი სანდოობით გამოვლინდა იაპონიაში ჩატარებული გამოკვლევის შედეგად, მაგრამ მან პრაქტიკულად არ იჩინა თავი ინგლისში ჩატარებული ანალოგიური კვლევის დროს, თუმცა ამ უკანასკნელ შემთხვევაში კადმიუმის კონცენტრაცია 10-ჯერ უფრო მაღალი იყო, ხოლო ინტენსიური დაბინძურების ეპიცენტრიდან დასახლებამდე კი დაახლოებით იგივე, რაც პირველ შემთხვევაში. მკვლევარების აზრით ეს ფაქტი აიხსნება იმით რომ ინგლისში ადგილობრივი მოსახლეობა მოიხმარს ბევრდ უფრო ნაკლებ ადგილობრივი წარმოშობის საკვებ პროდუქტებს, ვიდრე იაპონიაში [20]. ამჟამად არ არსებობს ერთიანი მიდგომა პერსონალური ექსპოზიციის და თანმდევი ფაქტორების ზუსტი დიფერენცირების და გათვალისწინების საკითხებისადმი, რაც მკვეთრად ამცირებს მათ სანდოობას და სხვადასხვა პირობებში და გარემოში მიღებული შედეგების მეცნიერულ ღირებულებას. ასევე, საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ნებისმიერი ექსპოზიციის პირობებში დიდი მნიშვნელობა შეიძლება ჰქონდეს სოციო-ეკონომომიკურ და მემკვიდრეობით ფაქტორებს, რომელთა ზუსტი გათვალისწინების მეთოდები ამჟამად საბოლოოდ დამუშავებული არა არის. არსებულ სიტუაციაში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს კვლევის ობიექტების სწორ არჩევას, ზუსტ დახასიათებას, ყველა მნიშვნელოვანი თანმდევი ფაქტორის გათვალისწინებას და გამოკვლეულთა რაოდენობის და კვლევის ჩატარების შესაბამისი დროის და ხანგრძლივობის შერჩევას სტატისტიკური სანდოობის გასაზრდელად.

ყველა შემთხვევაში შეიძლება დადასტურებულად ჩავთვალოთ, რომ:

- მყარი მუნიციპალური ნარჩენების განთავსების ობიექტების გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების დამოკიდებულების კვლევის არსებული მეთოდების გაუმჯობესების და ახალი მეთოდების ძიება და გამოყენება

გაზრდის ზუსტი მეცნიერული პროგნოზირების და კვლევის სანდოობას, რაც დადებით გავლენას მოახდენს გარემოს დაცვასთან დაკავშირებული გადაწყვეტილების მიღების დასაბუთებულობას და ხელს შეუწყობს ამ სფეროში საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლებას.

- თანამედროვე სანიტარული ნაგავსაყრელების მოწყობა და სათანადო აღჭურვა, არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელების დახურვა და სათანადო ღონისძიებების ჩატარება მომდევნო პერიოდში მნიშვნელოვანწილად შეამცირებს არსებული ნაგავსაყრელების უარყოფით ზემოქმედებას ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცოცხალ გარემოზე;
- განსაკუთრებით მაღალი გარემოსდაცვითი ეფექტი საქართველოში უახლოს მომავალში მოსალოდნელია სტიქიური ნაგავსაყრელების სრული ინვენტარიზაციის და დასუფთავების ღონისძიებების გამოყენებით.

2.7 ნარჩენების მართვასთან დაკავშირებული პრობლემების გადაწყვეტის საერთაშორისო და ეროვნული გამოცდილება

2.7.1 ნარჩენების მართვის ძირითადი პრობლემების გადაწყვეტის საერთაშორისო გამოცდილება

21-ე საუკუნეში ნარჩენების წარმოქმნის ზრდის ტემპმა გადააჭარბა ყველა მანამდე არსებულ პროგნოზს: დედამიწის მოსახლეობის ყოველწლიურმა ზრდამ მიაღწია 1.5 – 2 %-ს, ხოლო ნაგავსაყრელებზე განთავსებული ნარჩენების საერთო მოცულობა ყოველწლიურად იზრდება დაახლოებით 6%-ით. ნარჩენების წარმოქმნის და განთავსების უაღრესად მაღალი ტემპები აიხსნება იმით, რომ ეს მაჩვენებლები ამჟამად განისაზღვრება არამარტო მოსახლეობის მატებით, არამედ მოსახლეობის ცხოვრების დონის და წესის სწრაფი ცვლილებით და მოხმარების ზრდით, რასაც, კერძოდ თან ახლავს მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების სულ უფრო დიდი რაოდენობით წარმოქმნა. ინდუსტრიული ქვეყნების ქალაქებში სულ უფრო რთულია ტერიტორიის მონახვა სათანადოდ მოწყობილი და აღჭურვილი ნაგავსაყრელების და პოლიგონებისთვის, რომლებსაც ექნება საჭიროების შესაბამისი მოცულობა, იქნება იოლად ხელმისაწვდომი და უზრუნველყოფს ბუნებრივ და სოციალური გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების დასაშვებ მაჩვენებლებს. არსებული უმწვავესი პრობლემების სწრაფი ინდუსტრიული

განვითარების პირობებში გადაწყვეტის ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური გზაა ერთიანი კომპლექსური სისტემის შექმნის გზით, რომელიც უნდა მოიცავდეს საკანონმდებლო, ორგანიზაციულ, ეკონომიკურ, ტექნოლოგიურ და გარემოსდაცვით ასპექტებს. ასეთი სისტემის შექმნის წინ უძღვის ნარჩენების წარმოქმნის და ტერიტორიული განაწილების, მათი თვისობრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობის, კლასიფიკაციის, ტრანსპორტირების, დამუშავება-უტილიზაციის და ზუსტი პროგნოზირების საკითხების შესწავლა.

ინდუსტრიული ქვეყნების ისტორიული გამოცდილება. საქართველო დგას ძლიერ რთული გამოწვევის წინაშე - დაახლოებით ერთი ათწლეულის განმავლობაში განვლოს დისტანცია, რომლის დაფარვასაც მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნებმა თითქმის 7 ათწლეული მოანდომა, ამიტომ მათი გამოცდილების ანალიზს და ოპტიმალურ გამოყენებას დიდი მნიშვნელობა აქვს. ინდუსტრიულად განვითარებულ ქვეყნებში ნარჩენების ოპტიმალური მართვის მიზნით იქმნება და ფუნქციონირებს სპეციალიზირებული მართვის ორგანოები. გასული საუკუნის 70-იან წლებამდე ევროპაში, ამერიკის შეერთებულ შტატებსა და იაპონიაში ფართოდ იყო გავრცელებული მუნიციპალიტეტების ბიუჯეტის ხარჯზე მომუშავე ნაგავსაყრელების შექმნის და ოპერირების პრაქტიკა 70-ანი წლებიდან დაიწყო ე. წ. „ნაგავსაყრელების კრიზისიდან“ გეგმაზომიერ გამოსვლის პროგრამა, მიმართული ნაგავსაყრელებსა და პოლიგონებზე ნარჩენების „დამარხვის“ პრაქტიკის მკვეთრი შეზღუდვისკენ [38]. ამ პერიოდში წარმოშობილი საყოველთაოდ სამსჯელო და სადისკუსიო საკითხების უმეტესობა ეხებოდა ინფრასტრუქტურის განვითარებას; ნარჩენების მართვაში მოსახლეობის აქტიურ ჩართულობას; რესურსების დაცვას; ბუნებრივი გარემოს დაცვას; არჩევანის გაკეთებას ნარჩენების დამარხვას, დაწვას და გადამუშავება-უტილიზაციას შორის; ლოკალურ, ნაციონალურ და საერთაშორისო დონეზე ურთიერთქმედებას და თანამშრომლობას დიდი მნიშვნელობა ენიჭებოდა ადგილობრივი ხელისუფლების კომპეტენციების და ვალდებულებების განსაზღვრას ნარჩენების გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით მდგრადი მართვის სფეროში. შეიძლება ითქვას, რომ ამ თვალსაზრისით საქართველოში დღეს არსებული მდგომარეობა მეტწილად ანალოგიურია განვითარებულ ქვეყნებში დაახლოებით 15-20 წლის წინ არსებული სიტუაციისა, თუმცა

საერთაშორისო ორგანიზაციების, შესაბამისი უცხოური კომპანიების და ფინანსური ინსტიტუტების თანამონაწილეობა ამ პროცესებში უთუოდ დააჩქარებს პოზიტიური პროცესების განვითარებას.

საერთაშორისო გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ქმედითი კანონმდებლობის, მაღალგანვითარებული ინფრასტრუქტურის და ინოვაციური ტექნოლოგიების არსებობა ყოველთვის არ იძლევა სასურველ შედეგს, ვინაიდან ერთერთ უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს წარმოადგენს მოსახლეობის გარემოსდაცვითი ცნობიერების დონე. ცნობიერების დონეს დიდწილად განსაზღვრავს მოსახლეობის გარემოსდაცვითი განათლების დონე და ხელმისაწვდომობა. უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველო იყო გარემოსდაცვითი განათლების ერთერთი პიონერი მსოფლიოში და რომ განათლების ეს სფერო ხშირად ასოცირდება ე.წ. „თბილისის დეკლარაციასთან“. 1977 წელს თბილისში ჩატარდა პირველი მთავრობათშორისი კონფერენცია გარემოსდაცვითი განათლების სფეროში. ე. წ. „თბილისის დეკლარაციამ“ ლოკალურ, ნაციონალურ და საერთაშორისო დონეებზე საფუძველი ჩაუყარა გარემოსდაცვითი განათლების სტრუქტურას. ნაშრომში განხილულია გარემოსდაცვითი განათლების წარმოშობის და ჩამოყალიბების წყაროები, მისი რეფორმირების (რეორიენტირების) მიზეზები და ძირითადი მიზნები, განვითარების ძირითადი ისტორიული ტენდენციები და მათი პრაქტიკული რეალიზაცია, გარემოსდაცვითი განათლების დამკვიდრების და განვითარების პრაქტიკა და ტენდენციები მაღალგანვითარებულ ქვეყნებში[3].

უპირველეს ყოვლისა, ცხადია, რომ გარემოსდაცვითი განათლების მეთოდები, თვალთახედვა და პერსპექტივები განიცდის განუწყვეტლივ განახლებას და ცვლილებას. გარემოსდაცვითი განათლების ისტორია გადაჯაჭვულია უფრო ფართო სოციალურ, პოლიტიკურ გარემოსდაცვით და კულტურულ დისკურსებთან. გარემოსდაცვითი განათლება უპირატესად ჩამოყალიბდა ტრადიციული განათლების სისტემის ფარგლებს გარეთ და, რა თქმა უნდა, ტრადიციული საგანმანათლებლო პროგრამებისგან სრულიად დამოუკიდებლად. პრინციპულად მნიშვნელოვანია პასუხი გაეცეს მთავარ კითხვას - რა გზით შეიძლება გარემოსდაცვითი განათლება გახდეს ტრადიციული სასკოლო სწავლების აუთენტური ნაწილი და რა ცვლილებები უნდა მოხდეს განათლების ფართოდ დანერგილ პრაქტიკაში? როგორია გარემოსდაცვითი განათლების

დანიშნულება და მიზნები ლოკალურ მასშტაბსა და კონტექსტში? ამ კითხვებზე პასუხის გაცემაში შეიძლება დაგვეხმაროს ისეთი მაღალგანვითარებული ქვეყნების გამოცდილება, როგორიცაა ნიდერლანდების სამეფო, ნორვეგია, ინგლისი (გაერთიანებული სამეფო) და ამერიკის შეერთებული შტატები [3]. **ნიდერლანდების სამეფოში** ამ სფეროში წამყვანი ადგილი ეთმობა მჭიდრო კოორდინაციას მთავრობას და სამოქალაქო საზოგადოებას შორის, ხოლო ძირითადი გამოყენებული ფორმაა გარემოსდაცვითი განათლებაში ჩართული ყველა პირის პროფესიული დონის ამაღლებას. **ნორვეგიაში** უპირატესობა მიენიჭა ძლიერად ცენტრალიზებულ მართვის სისტემას სკოლებში გარემოსდაცვითი სწავლების დამკვიდრების და განვითარების ერთიანი კოორდინირებული სამოქმედო გეგმით, მასწავლებელ-პრაქტიკანტების მომზადების ფართოდ განშტოებული სისტემით და ნაციონალურ კურიკულუმში შეტანილი შესაბამისი შესწორებებით და მოქმედი მასწავლებლები სისტემატური ტრენინგების და გადამზადების სავალდებულო საგანმანათლებლო პროგრამებით. **ინგლისში (გაერთიანებულ სამეფოში)** მაღალი დონის სამთავრობო პოლიტიკა მიმართულია მდგრადი განვითარების მხარდასაჭერად, გარემოსდაცვითი განათლება არ არის სასკოლო განათლების სავალდებულო ნაწილი. ინგლისში აგრეთვე თავი იჩინა გარკვეულმა პრობლემებმა არასამთავრობო ორგანიზაციებსა და სკოლების ადმინისტრაციებს შორის, რაც გამოწვეული იყო სახელისუფლებლო ინსტიტუტების და არასამთავრობო ორგანიზაციების მიერ შექმნილი დოკუმენტების არასრულყოფილებით და სკოლებისადმი არასაკმარისი მხარდაჭერით. ამავე დროს, 1990 წელს ნაციონალური კურიკულუმის დამტკიცების შემდეგ სკოლებს საშუალება მიეცა თავისუფლად განახორციელონ გარემოსდაცვითი სწავლის საკუთარი პროგრამების და პრაქტიკის შემუშავება და დანერგვა. **ამერიკის შეერთებულ შტატებში** ჩატარებულმა კვლევამ დაადასტურა, რომ ქვეყნის ყველა შტატში მნიშვნელოვანი იყო სახელმწიფოს ხელშეწყობა სკოლამდელ და სასკოლო დაწესებულებებში გარემოსდაცვითი განათლების დანერგვის პროცესში. რამდენიმე შტატში, უპირველეს ყოვლისა ვისკონსინში, რომელსაც აქვს გარემოსდაცვითი სწავლების დიდი და ხანგრძლივი გამოცდილება, მიღწეულ იქნა დიდი და სწრაფი პროგრესი. ამასთანავე, მიუხედავად გარემოსდაცვითი სასკოლო სასწავლო გეგმის შედგენის და შესრულების აუცილებელი მოთხოვნისა, მთელი ქვეყნის მასშტაბებში სასკოლო გარემოსდაცვითი განათლების

დანერგვას დიდი დრო და ძალისხმევა დასჭირდა [3]. განხილული მაგალითები გვაფიქრებინებს, რომ საქართველოს პირობებში უმჯობესი იქნება ნიდერლანდების და ნორვეგიის გამოცდილების დანერგვა.

უკანასკნელ პერიოდში ამერიკის შეერთებულ შტატებში, ევროპის ზოგიერთ ქვეყანაში (უპირველეს ყოვლისა - გერმანიაში) და იაპონიაში ხორციელდება სახელისუფლებლო პროგრამები, მიმართული ნარჩენების გადამუშავების არსებული საწარმოების წარმადობის გაზრდისა და ახალი საწარმოების მშენებლობის უზრუნველსაყოფად სახელმწიფო, რეგიონალურ და დარგობრივ მასშტაბებში. ერთნაირი სტრატეგიული მიზნების მიუხედავად, სხვადასხვა ქვეყნებში დანერგილი პრაქტიკა შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს. ასე მაგალითად, ბავარიაში (გერმანია) და დანიაში ფართოდ არის გავრცელებული პრაქტიკა, როდესაც მსხვილი სამრეწველო საწარმოები გადასცემს სახიფათო ნარჩენებს საზოგადოებრივი კონტროლის ქვეშ მყოფ მუნიციპალურ კომპანიას, რომელსაც გააჩნია ნარჩენების გადამუშავების და გაუვნებლობის მონოპოლური უფლება. ამერიკის შეერთებულ შტატებში კი პირიქით - სახიფათო ნარჩენების გადამუშავება-უტილიზაციის კომპანიები კერძო მფლობელობაშია და, როგორც წესი, კომპანიები ოპერირებს სახელმწიფო დახმარებას გარეშე ან იღებს ძალიან მცირე ფინანსურ დახმარებას. სახელმწიფოს როლი შემოიფარგლება რეგულირებით (სტანდარტების და რეგულაციების დაწესებით, რომელიც აუცილებელია ყველა კომპანიისთვის [41]. ამერიკის შეერთებულ შტატებში, ტრადიციულად ძლიერი თვითრეგულირებადი საბაზრო სისტემის პირობებში, დაინტერესებულმა კომპანიებმა შეძლეს „ნარჩენების ბაზრის“ შექმნა. ევროკავშირის ქვეყნების უმეტესობაში ნარჩენების მართვის პროცესში წამყვანი ადგილი უკავია სახელმწიფო სტრუქტურებს, რომლებიც ერთობლიობაში წარმოადგენს კარგად დაბალანსებული სახელმწიფო (ადმინისტრაციული) და საბაზრო ინსტრუმენტების სინერგიის მაგალითს. მიუხედავად არსებული მნიშვნელოვანი განსხვავებისა, ორივე სისტემა მაღალეფექტურია, რაც მიიღწევა ეკონომიკის ფუნქციონირების, პოლიტიკური ტრადიციების, მოსახლეობის ცნობიერების და მენტალიტეტის ნაციონალური და რეგიონალური თავისებურებების ზუსტი გათვალისწინების მეშვეობით. ევროპასა და ამერიკაში გარემოსდაცვით საკითხებზე საზოგადოების ყურადღების ფოკუსირებამ და შემოღებულმა მკაცრმა სახელმწიფო და საზოგადოებრივმა კონტროლმა გამოიწვია

საწარმოებში გარემოსდაცვითი მენეჯმენტის, კონტროლის და აუდიტის მაღალეფექტური სისტემების ჩამოყალიბება. საწარმოთა ეკოლოგიური ბალანსების (პასპორტების) შედგენის შედეგად სწრაფად გამოვლინდა გენერირებული ნარჩენების შემადგენლობისა და რაოდენობის შესახებ არსებული ინფორმაციის არასაკმარისი სიზუსტე და სანდოობა, რამაც შემდგომში განაპირობა გამოყენებული და „ნამუშევარი“ მასალების დეტალური ანალიზისა და ინოვაციური ტექნოლოგიების დანერგვის მკაფიო ტენდენცია.

ნარჩენების მართვის დაგეგმვა განვითარებულ ქვეყნებში განეკუთვნება რეგიონალური უწყებების კომპეტენციას, რაც ზრდის რეგიონების უფლებამოსილებას და უზრუნველყოფს მენეჯმენტთან დაკავშირებული გადაწყვეტილებების მიღებაში მათი დამოუკიდებლობის მაღალ ხარისხს. მაგალითად, დიდი ბრიტანეთში ნარჩენების მართვის დაგეგმვას ახორციელებს უშუალოდ საგრაფოს საბჭო, ხოლო შესაბამისი კანონმდებლობის მოთხოვნათა კონტროლი გარემოს დაცვის სააგენტოს რეგიონალური განყოფილების კომპეტენციაა. ამ უწყებების ინფორმაციულ უზრუნველყოფას ახორციელებს ლოკალურ დონეზე დაგეგმვის კონფერენციები [41].

უკვე მე-20 საუკუნის ბოლოსთვის რეგიონალური პროგრამების დანერგვამ გამოიწვია ინტენსიური გადასვლა ნარჩენების დამარხვის ტრადიციული ტაქტიკიდან რესურსების დაცვის და ენერგოეფექტურობის პოლიტიკის პრინციპებზე დაფუძნებული პოლიტიკის გატარებაზე. 1997 წელს დიდ ბრიტანეთში მიღებულ იქნა ე.წ. „დიდ ბრიტანეთში შეფუთვის ნარჩენების შესახებ დირექტივა“, რომლის შესაბამისადაც 5 მლნ ფუნტზე მეტი ბრუნვის მქონე ყველა კომპანიას დაეკისრა შეფუთვის ნარჩენების არანაკლებ 16% რეციკლირების და არანაკლებ 52 %-ის უტილიზაციის ვალდებულება. ამ დირექტივის შესრულების შედეგად 2007 წელს შესაძლებელი გახდა ქალაქადით შეფუთვის ნარჩენების მთლიანი მოცულობის 60 %-ის გადამუშავება. ამ პერიოდიდან დღემდე რესურსების აღდგენა (რეციკლირება) არის ნარჩენების მართვის და გადამუშავების ერთერთი პრიორიტეტული მიმართულება. ქვეყნის მასშტაბით რეგულარულად ტარდება გენერირებული ნარჩენების შემადგენლობის და რაოდენობის მასშტაბური კვლევა. 2006 წელს დასრულდა ნარჩენების რეციკლირებასთან დაკავშირებული საბაზრო სერტიფიკატების პრინციპულად ახალი სისტემის შემუშავება და დანერგვა.

მაღალგანვითარებული ქვეყნების კანონმდებლობა ითვალისწინებს საკმარისად მკაცრ კონტროლს და ჯარიმების სისტემას, და, იმავდროულად, ხარჯების ეკონომიის ეფექტური პოლიტიკის გატარების შესაძლებლობას უქმნის კომპანიებს და მოქალაქეებს, რომლებიც აქტიურად ზრუნავენ მათ მიერ წარმოქმნილი ნარჩენების რაოდენობის შემცირებასა და ხარისხის გაუმჯობესებაზე. 1980 წლიდან ევროპაში (თავდაპირველად - გერმანიაში) დაიწყო ნარჩენების მართვის ინტეგრირებული სისტემის შემუშავების და დანერგვის პროცესი [21], რამაც გამოიწვია ნარჩენების მართვის ბუნებრივი და ტექნიკური რესურსების ეკონომიის სფეროში მომუშავე სახელმწიფო სამსახურების მიერ გატარებული პოლიტიკის შესამჩნევი მოდიფიცირება. ინტეგრირებული მართვის ძირითად პრიორიტეტების რიცხვში შევიდა:

1. ნარჩენების წარმოქმნის შემცირება და პრევენცია (ნაწილობრივი და მთლიანი, როგორც საბოლოო მიზანი);
2. რეციკლირების წახალისების დამატებითი სახელმწიფოებრივი და ეკონომიკური მექანიზმების შექმნა და დანერგვა;
3. სამრეწველო პროდუქციის ყველა სახის პროდუქციის შესაფუთი მასალების გადამუშავების ღირებულების ჩართვა მათ სამომხმარებლო ფასებში;
4. ნარჩენების დამარხვის სტანდარტების უკიდურესი გამკაცრება და „დამარხვის გადასახადის „შემოღება“ (გერმანიაში ეს გადასახადი 2008 წელს შეადგენდა 68 ევროს).

მრავალ მაღალგანვითარებულ ქვეყანაში საყოველთაოდ მიღებული პრაქტიკის დამკვიდრებამ ნარჩენების შეგროვება-მომარაგებასთან და გადამუშავებასთან დაკავშირებული საქმიანობის ეკონომიკური სტიმულირებამ [29]. განსაკუთრებით დიდი ეკონომიკური ეფექტი იქონია ჯერ ამერიკის შეერთებული შტატებში, ხოლო შემდეგ ევროპის ყველა ქვეყანაში ე.წ. „მომრავი ნებართვების“ (tradable permits) შემოღებამ და მასობრივმა გამოყენებამ, როდესაც მწარმოებელს უფლება აქვს მიყიდოს მის მიერ მიღებული ნარჩენების და მავნე ემისიების გენერაციის ოფიციალური უფლების „გამოუყენებელი“ ნაწილი სხვა მეწარმეს. ეს სისტემა წარმოადგენდა უაღრესად ეფექტურ საბაზრო ინსტრუმენტს მცირენარჩენიანი და უნარჩენო (ანუ ნარჩენების წარმოქმნის პრევენციაზე ორიენტირებული) წარმოების ეკონომიკური სტიმულირებისათვის [31]. ასევე, ფართო გამოყენება ქონდა რამდენიმე სხვა ეკონომიკურ ინსტრუმენტს, სახელდობრ:

- კერძო ფირმების, ადგილობრივი და რეგიონული ხელისუფლების პირდაპირი და ირიბი სუბსიდიები;
- „გარემოსდაცვითი“ დაკრედიტება დაბალი საპროცენტო განაკვეთის პირობებში;
- საბანკო სესხების მისაღებად საგარანტიო წერილების გაცემა; ირიბი საგადასახადო შეღავათები ნარჩენების გადამამუშავებისთვის საჭირო ტექნიკის გაყიდვის შემთხვევაში, ან გადასახადებისგან განთავისუფლება;
- საგადასახადო შეღავათები კერძო საწარმოებისათვის მათ მიერ რეციკლირების ახალი პროგრამების დანერგვის შემთხვევაში. სუბსიდიები გაიცემა სახელმწიფო ბიუჯეტიდან, გარემოს დაცვის სამინისტროს ბიუჯეტიდან ან ამ მიზნებისთვის სპეციალურად შექმნილი ფონდებიდან.

მნიშვნელოვან და ეფექტურ საბაზრო ინსტრუმენტს წარმოადგენს ე.წ. „ნარჩენების ბირჟები“ და ნარჩენების საძიებო-საინფორმაციო სისტემები, რომლებიც უზრუნველყოფენ გადასამუშავებლად ვარგის ნარჩენის მზარდი ბაზრის ფუნქციონირებას.

მაღალგანვითარებული ქვეყნების გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ნარჩენების მეორად ნედლეულად გამოყენების ეფექტური ხელშემწყობი მექანიზმია მათი კაპიტალიზაცია, როდესაც ხდება გადასამუშავებლად ვარგისი ნარჩენების შეფასება, ბალანზე აყვანა და საწარმო კომპანიის კაპიტალის გაზრდა, რაც დადებითად აისახება მის საფინანსო და საინვესტიციო მდგომარეობაზე და ხელს უწყობს მეორადი რესურსების ბაზრის განვითარებას. ნარჩენების გადამამუშავება საზოგადოებისთვის სასარგებლო აქტივობიდან ტრანსფორმირდება ეკონომიკურად და გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით ეფექტურ საწარმოო პროცესად, რომლის პოტენციალი მსოფლიოში და, შესაბამისად, საქართველოში განუწყვეტლივ იზრდება.

2.7.2. ნარჩენების მართვის არსებული პრობლემების გადაწყვეტის გზები ნარჩენების მართვის კოდექსის, ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგიის (2016-2030 წწ) და ნარჩენების მართვის ეროვნული სამოქმედო გეგმის (2016-2020 წწ) მიხედვით

სხვადასხვა ობიექტური და სუბიექტური ფაქტორის გამო საქართველოში ნარჩენების მართვა საუკეთესო საერთაშორისო პრაქტიკისა და ევროკავშირის რეგულაციების მოთხოვნების შესაბამისად ვერ ხორციელდება [18]. ნარჩენების მართვის

არსებული სისტემის განვითარება დიდ ძალისხმევას საჭიროებს, რადგან ჩვენ ქვეყანაში არსებული ნაგავსაყრელების უმეტესი ნაწილი ვერ აკმაყოფილებს საერთაშორისო სტანდარტებს; ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე ალბათ ვერ ვნახავთ დასახლებას, სადაც არასანქცირებული ნაგავსაყრელი არაა; ქვეყანაში არ არსებობს სახიფათო ნარჩენების მართვის გამოცდილება; მოსახლეობის ნაწილს საერთოდ არ მიეწოდება ნარჩენების მომსახურება, ან ეს მომსახურება არაადაკმაყოფილებელია. ევროკავშირთან ასოცირების შეთანხმების თანახმად, ნარჩენების მართვის ნაწილში საქართველომ მნიშვნელოვანი ვალდებულებები აიღო და, შესაბამისად, ნარჩენების მართვის სისტემის გაუმჯობესება ჩვენი ქვეყნისთვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გამოწვევად იქცა. ჩვენი ქვეყნის ერთერთი მნიშვნელოვანი მიზანია ნარჩენების მართვის არსებული პრაქტიკის შეცვლა და დახვეწა ევროკავშირის ქვეყნებში არსებული გამოცდილების გათვალისწინებით. ნაკისრი ვალდებულებების განხორციელება დიდ ძალისხმევას საჭიროებს, რისთვისაც აუცილებელია თანამედროვე სტანდარტების ეტაპობრივად ათვისება და პრაქტიკაში განხორციელება.

დასახული მიზნების განსახორციელებლად აუცილებელია სრულყოფილი საკანონმდებლო ბაზა, რომელიც ერთგვარი გზამკვლევი იქნება შესაბამისი სახელმწიფო ორგანოებისა და ნარჩენების წარმომქმნელთათვის. 2015 წლის 12 იანვარს ძალაში შევიდა საქართველოს კანონი „ნარჩენების მართვის კოდექსი“, რომელიც წარმოადგენს ძირითად დოკუმენტს და, იმავდროულად, პასუხობს ევროკავშირთან ასოცირების შეთანხმებაში მოცემულ ყველა ვალდებულებას. ნარჩენების მართვის კოდექსის მიზანია „ნარჩენების მართვის სფეროში სამართლებრივი საფუძვლების შექმნა ისეთი ღონისძიებების განხორციელებისათვის, რომლებიც ხელს შეუწყობს ნარჩენების პრევენციას და მათი ხელახალი გამოყენების ზრდას, ნარჩენების გარემოსთვის უსაფრთხო გზით დამუშავებას (რაც მოიცავს რეციკლირებას და მეორეული ნედლეულის გამოცალკევებას, ნარჩენებიდან ენერგიის აღდგენას, ნარჩენების უსაფრთხო განთავსებას)“. ნარჩენების მართვის კოდექსის ძირითადი მიზნის და ამოცანების გათვალისწინებით, ქვეყანაში ნარჩენების მართვის არსებული პრაქტიკის შეცვლა უკავშირდება ნარჩენების წარმომქმნელისა და ნარჩენების მართვაზე პასუხისმგებელი ორგანოებისადმი დაწესებულ სხვადასხვა სახის რეგულაციებსა და სახელმძღვანელო მითითებებს. ასე მაგალითად, ნარჩენების მართვის კოდექსის მე-13 მუხლის მე-4 პუნქტის თანახმად,

ყველა მუნიციპალიტეტი ვალდებულია შეიმუშაოს მუნიციპალური ნარჩენების მართვის 5 წლიანი გეგმა, რომელიც უნდა მოიცავდეს [7]:

- მოსახლეობისგან ნარჩენების შეგროვების არსებული სისტემის შესახებ ინფორმაციას;
- შეგროვებული, აღდგენილი და განთავსებული არასახიფათო ნარჩენების რაოდენობისა და სახეობების შესახებ მონაცემებს;
- მოსახლეობისგან შეგროვებული, აღდგენილი და განთავსებული სახიფათო ნარჩენების რაოდენობისა და სახეობების შესახებ მონაცემებს;
- ნარჩენების დამუშავების საწარმოების ადგილმდებარეობის შესახებ ინფორმაციას;
- მუნიციპალური ნარჩენების, მათ შორის, ბიოდეგრადირებადი ნარჩენებისა და შეფუთვის ნარჩენების, სეპარირებული შეგროვებისა და აღდგენის სისტემის დანერგვისათვის დაგეგმილი ღონისძიებების შესახებ ინფორმაციას;
- ნარჩენების დამუშავების ახალი ობიექტების მშენებლობის გეგმებს;
- ნარჩენების მართვის საკითხებზე საზოგადოების ცნობიერების ამაღლების პროგრამებს;
- ნარჩენების მართვის სფეროში სხვა მუნიციპალიტეტებთან თანამშრომლობის მიზნით არსებული და დაგეგმილი ღონისძიებების შესახებ ინფორმაციას;
- გეგმით გათვალისწინებული ღონისძიებების განხორციელების გზებსა და ვადებს, პასუხისმგებელ პირებს, სავარაუდო ხარჯებს და დაფინანსების წყაროებს.

ამას გარდა, ნარჩენების მართვის კოდექსის მე-14 მუხლის 1 ნაწილის თანახმად, ფიზიკური ან იურიდიული პირი, რომლის საქმიანობის შედეგად წლის განმავლობაში 200 ტონაზე მეტი არასახიფათო ნარჩენი, 1000 ტონაზე მეტი ინერტული ნარჩენი ან ნებისმიერი რაოდენობის სახიფათო ნარჩენი წარმოიქმნება, ვალდებულია შეიმუშაოს კომპანიის ნარჩენების მართვის გეგმა [7]. თუმცა, საქართველოს მთავრობის დადგენილება №446 (2016 წლის 16 სექტემბერი ქ. თბილისი) „ნარჩენების მართვის კოდექსით გათვალისწინებულ ზოგიერთ ვალდებულებათა რეგულირების წესის დამტკიცების შესახებ“ შეტანილია ცვლილება და 2020 წლის 1 იანვრამდე ფიზიკური ან იურიდიული პირი თავისუფლდება კომპანიის ნარჩენების მართვის გეგმის შემუშავების

ვალდებულებისაგან, თუ იგი ახორციელებს საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის 2016 წლის 28 ივლისის №10 დადგენილებით დამტკიცებული საქართველოს ეროვნული კლასიფიკატორით განსაზღვრული ეკონომიკური საქმიანობების ჩამონათვალით გათვალისწინებულ ან სხვა საქმიანობას და წლის განმავლობაში წარმოქმნის 120 კგ ან ნაკლები ოდენობის სახიფათო ნარჩენს. აღნიშნული დადგენილება, გარკვეულწილად, ბუნდოვანს ხდის კოდექსის შესაბამისი მუხლის სწორ და ცალსახა ინტერპრეტირებას.

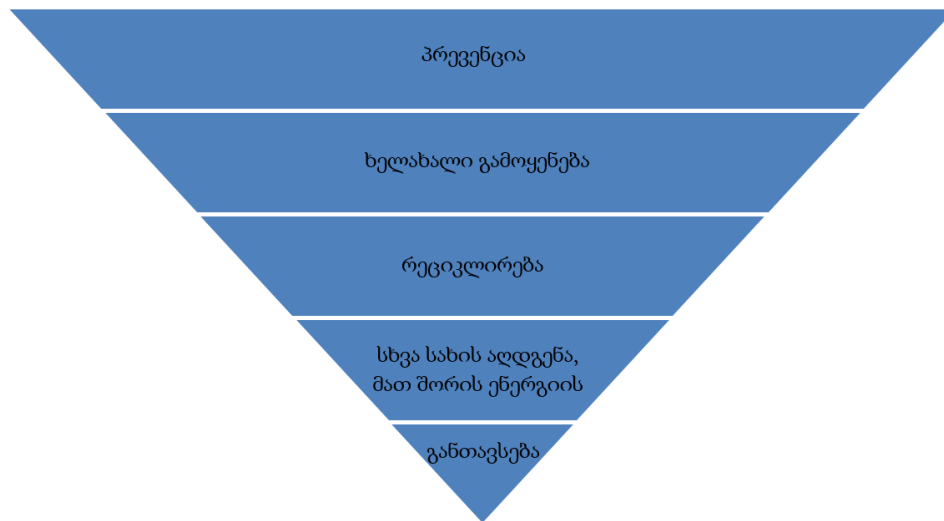
ფიზიკური ან იურიდიული პირის მიერ შემუშავებული ნარჩენების მართვის გეგმა უნდა მოიცავდეს:

- წარმოქმნილი ნარჩენების შესახებ ინფორმაციას (კერძოდ, მონაცემებს მათი წარმოშობის, ნარჩენების ნუსხით განსაზღვრული ნარჩენების სახეობების, შემადგენლობის, რაოდენობის შესახებ);
- ნარჩენების პრევენციისა და აღდგენისთვის განსახორციელებელი ღონისძიებების შესახებ ინფორმაციას, განსაკუთრებით – სახიფათო ნარჩენების შემთხვევაში;
- წარმოქმნილი ნარჩენების სეპარირების მეთოდის, განსაკუთრებით – სახიფათო ნარჩენების სხვა ნარჩენებისგან განცალკევების მეთოდის აღწერას;
- ნარჩენების დროებითი შენახვის მეთოდებსა და პირობებს;
- ნარჩენების დამუშავებისთვის გამოყენებულ მეთოდებს ან/და იმ პირის შესახებ ინფორმაციას, რომელსაც ნარჩენები შემდგომი დამუშავებისთვის გადაეცემა.

ნარჩენების მართვის კოდექსის მიზნის მისაღწევად საქართველოს მთავრობამ შეიმუშავა და დამტკიცდა ნარჩენების მართვის 2016-2030 წლების ეროვნული სტრატეგია და 2016-2020 წლების ეროვნული სამოქმედო გეგმა, რაც ითვალისწინებს ნარჩენების მართვის კოდექსისა და ევროკავშირი-საქართველოს ასოცირების შესახებ შეთანხმებით გათვალისწინებულ დირექტივების მოთხოვნების შესრულებას დადგენილ ვადებში.

ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგია მოიცავს 15 წლიან პერიოდს, რომელთა მიზნების განხორციელებისათვის ყოველ 5 წელიწადში ერთხელ მუშავდება ეროვნული სამოქმედო გეგმა. ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგიის მიხედვით, ნარჩენების მართვის ერთ-ერთ მთავარ სტრატეგიულ მიმართულებად შერჩეულია

ნარჩენების მართვის კოდექსის მე-4 მუხლით გათვალისწინებული ნარჩენების მართვის შემდეგი იერარქია:



ჩვენი ქვეყნის მთავარი სტრატეგიული მიზანია გახდეს ნარჩენების პრევენციასა და რეციკლირებაზე ორიენტირებული ქვეყანა, რისთვისაც ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგიით განისაზღვრა შემდეგი მიზნები:

- მიზანი 1. ევროკავშირის მოთხოვნებისა და საერთაშორისო კონვენციების შესაბამისი ნარჩენების მართვის კანონმდებლობის შემუშავება, განხორციელება და აღსრულება;
- მიზანი 2. ნარჩენების მართვის დაგეგმვის სიტემის ჩამოყალიბება და დანერგვა ეროვნულ და ადგილობრივ დონეზე;
- მიზანი 3. ნარჩენების შეგროვების და ტრანსპორტირების ეფექტიანი სისტემის ჩამოყალიბება და დანერგვა;
- მიზანი 4. ნარჩენების ადამიანის ჯანმრთელობისა და გარემოსათვის უსაფრთხო განთავსების უზრუნველყოფა;
- მიზანი 5. ნარჩენების პრევენცია, ხელახალი გამოყენება, რეციკლირება ან/და აღდგენა;
- მიზანი 6. ნარჩენების მართვის სრული ამოღება „დამზინდურებელი იხდის“ პრინციპის შესაბამისად;
- მიზანი 7. მწარმოებლის გაფართოებული ვალდებულების ხელშეწყობა და დანერგვა;

- მიზანი 8. ნარჩენების შესახებ მონაცემებისა და ინფორმაციის მართვის სისტემის ჩამოყალიბება და დანერგვა;
- მიზანი 9. საჯარო სექტორის შესაძლებლობათა გაძლიერება ეროვნულ და ადგილობრივ დონეებზე. ასევე, კერძო კომპანიების შესაძლებლობათა გაძლიერების ხელშეწყობა და საზოგადოების ცნობიერების დონის ამაღლება [4].

ჩამოთვლილი მიზნების შესასრულებლად განსაზღვრულია კონკრეტული ამოცანები და ლოგიკური ჩარჩო, რომელთა ეფექტური აღსრულება მოგვცემს გამართულ ნარჩენების მართვის სისტემას.

ნარჩენების მართვის კოდექსის აღსრულებისა და ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგიით გათვალისწინებული მიზნების უზრუნველსაყოფად, საქართველოს მთავრობამ ასევე მიიღო შემდეგი კანონქვემდებარე აქტები:

- საქართველოს მთავრობის დადგენილება №160 - ნარჩენების მართვის 2016-2030 წლების ეროვნული სტრატეგიისა და 2016-2020 წლების ეროვნული სამოქმედო გეგმის დამტკიცების შესახებ;
- საქართველოს მთავრობის დადგენილება №159 - „მუნიციპალური ნარჩენების შეგროვებისა და დამუშავების წესის შესახებ“ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე;
- საქართველოს მთავრობის დადგენილება №143 - ტექნიკური რეგლამენტის - „ნარჩენების ტრანსპორტირების წესის“ დამტკიცების თაობაზე;
- საქართველოს მთავრობის დადგენილება №144 - ნარჩენების შეგროვების, ტრანსპორტირების, წინასწარი დამუშავებისა და დროებითი შენახვის რეგისტრაციის წესისა და პირობების შესახებ;
- საქართველოს მთავრობის დადგენილება №145 - სახიფათო ნარჩენების შეგროვებისა და დამუშავების სპეციალური მოთხოვნების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე;
- საქართველოს მთავრობის დადგენილება №421 - „ნაგავსაყრელის მოწყობის, ოპერირების, დახურვისა და შემდგომი მოვლის შესახებ“ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე;

- საქართველოს მთავრობის დადგენილება №422 ნარჩენების აღრიცხვის წარმოების, ანგარიშგების განხორციელების ფორმისა და შინაარსის შესახებ;
- საქართველოს მთავრობის დადგენილება №426 - სახეობებისა და მახასიათებლების მიხედვით ნარჩენების ნუსხის განსაზღვრისა და კლასიფიკაციის შესახებ;
- სხვა.

მოცემული საკანონმდებლო ბაზა საშუალებას იძლევა შეიქმნას იურიდიული ჩარჩო და ნარჩენების წარმომქმნელისადმი განისაზღვროს სამართლებრივი ვალდებულებები. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის პროცესში აუცილებლად უნდა იქნას გათვალისწინებული კანონმდებლობით განსაზღვრული ვალდებულებები, ხოლო ნარჩენების მართვის ოპერაციები შესაბამისობაში უნდა იყოს ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგიით განსაზღვრულ მიზნებთან და ამოცანებთან. ამ მიმართულებით უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ევროკავშირში საყოველთაოდ აღიარებული პრინციპის - „მწარმოებლის გაფართოებული ვალდებულების (EPR)“ შესახებ კანონქვემდებარე აქტის დროულად მიღებასა და ამოქმედებას, რაც უმთავრესი სტიმული იქნება მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადამუშავების ინდუსტრიის სწრაფი განვითარებისთვის.

თავი 3. კვლევითი ნაწილი

3.1 თბილისის მუნიციპალური ნაგავსაყრელის გარემოსდაცვითი კვლევა

2018 წლის ნოემბერ-დეკემბერში და 2019 წლის იანვარში შპს „გამა კონსალტინგის“-ს სპეციალისტებთან ერთად ჩატარდა გარემოსდაცვითი მონიტორინგის სამუშაოები უშუალოდ პოლიგონის განთავსების ტერიტორიაზე და ზეგავლენის ზონაში მოქცეულ სხვა უბნებზე, კერძოდ:

- შესწავლილი იქნა ნაგავსაყრელის გავლენის ზონაში მოქცეული ტერიტორიის ფიზიკური გარემოს მდგომარეობა;
- ლაბორატორიული კვლევისთვის აღებული იქნა მიწისქვეშა, ზედაპირული და ჩამდინარე წყლის, ატმოსფერული ჰაერის და ჭაბურღილების გაზების სინჯები;
- ლაბორატორიული კვლევებით დადგინდა ნაგავსაყრელზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე ატმოსფერული ჰაერის, მიწისქვეშა (ჭის) გაზის, ზედაპირული, მიწისქვეშა და ჩამდინარე წყლების დაბინძურების ხარისხი;
- ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის შესაფასებლად ჩატარდა ინსტრუმენტალური გაზომვები;
- შემოწმდა გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების შემარბილებელი პრევენციული ღონისძიებების ეფექტურობა;
- განისაზღვრა პოლიგონზე არსებული გრუნტის წყლების სამონიტორინგო ჰიდროგეოლოგიური ჭაბურღილების წყლის დონეები.

ნიმუშების ქიმიური ანალიზები და ინსტრუმენტალური გაზომვები ჩატარდა სამეცნიერო კვლევითი ფირმა "გამა"-ს საგამოცდო ლაბორატორიაში (აკრედიტაციის მოწმობა - GAC-TL-0209; 27.08.2018 – 30.07.2022), საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად.

3.1.1. ბიოგაზის კვლევა

2019 წლის 24 იანვარს ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე ბიოგაზის კვლევები ჩატარდა ქ. თბილისის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონის მშენებლობის და ექსპლუატაციის ტექნიკურ-ეკონომიკური პროექტის შესაბამისად.

ბიოგაზების ნიმუშები აღებული იქნა დახურული უჯრედის ორ და მოქმედი უჯრედის ორ წერტილში. განისაზღვრა სამონიტორინგო პარამეტრები CH₄; H₂S; CO; CO₂; N₂; O₂ და სუნი.

გაზომვები ჩატარდა პორტატული გაზანალიზატორებით და ქრომატოგრაფიული მეთოდით. გაიზომა მილებში გაზის სიჩქარე და მილის დიამეტრი (16 სმ, მილყელი 10 სმ).

ბიოგაზში სამონიტორინგო კომპონენტების გაზომვების შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.1.1.1.

ცხრილი Error! No text of specified style in document. -1 ბიოგაზის ანალიზის შედეგები

წერტილის დასახელება/ მდებარეობა და GPS კოორდინატები	მილში გაზის სიჩქარე, მ/წმ	განსაზღვრული პარამეტრი							
		სუნი	H ₂ S მგ/მ³	CO ₂ %	CO%	CH ₄ %	C ₂ H ₆ %	O ₂ %	N ₂ %
1 დახურული უჯრედი X=498985 Y=4620697	<0,1	მძაფრი სუნი	>60	6,07	0,007	2,15	<0,05	18,74	73,03
2 დახურული უჯრედი X=498954 Y=4620681	3.4	მძაფრი სუნი	>60	19,31	0,054	14,47	<0,05	13,67	52,54
3 მოქმედი უჯრედი X=498698 Y=4620726	<0,1	მძაფრი სუნი	>60	8,78	0,008	2,67	<0,05	17,88	70,66
4 მოქმედი უჯრედი X=498674 Y=4620743	<0,1	მძაფრი სუნი	>60	15,40	0,025	8,33	<0,05	15,55	60,71

2019 წლის 5 თებერვალს აღებული იქნა დახურული უჯრედის ორი წერტილიდან ბიოგაზის ნიმუშები. გაზომვების შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.1.1.2.

ცხრილი 3.1.1 -2 ბიოგაზის ანალიზის შედეგები

წერტილის დასახელება/მდებარეობა და GPS კოორდინატები	მილში გაზის სიჩქარე, მ/წმ	განსაზღვრული პარამეტრი							
		სუნი	H ₂ S მგ/მ³	CO ₂ %	CO %	CH ₄ %	C ₂ H ₆ %	O ₂ %	N ₂ %

1 დახურული უჯრედი X=498985 Y=4620697	<0,1	მძაფრი სუნი	>60	1,98	0,008	3,22	<0,05	19,26	75,53
2 დახურული უჯრედი X=498954 Y=4620681	1,7	მძაფრი სუნი	>60	23,88	0,058	21,71	<0,05	11,12	43,28

როგორც ცხრილებიდან ჩანს, პოლიგონის ტერიტორიაზე განთავსებული, როგორც დახურული, ისე მოქმედი უჯრედის ბიოგაზის ექსტრაქციის მიღებიდან გამოსული გაზები ხასიათდებიან მძაფრი სუნით და გოგირდწყალბადის მაღალი შემცველობით. აღსანიშნავია, რომ მეთანის გამოყოფა მიმდინარეობს საკმარისად აქტიურად და საჭიროა ბიოგაზის შეგროვების და უტილიზაციის სისტემის მოწყობა.

3.1.2. სამონიტორინგო ჭეხის წყლის კვლევა

2018 წლის მეოთხე კვარტალში მონიტორინგის პროგრამის ფარგლებში ჩატარდა პოლიგონის სამონიტორინგო ობიექტების (5 ჭა) წყლის სინჯების ძირითადი მაჩვენებლების ქიმიური (pH, ელექტროგამტარობა, ჟანგბადის ბიოქიმიური მოხმარება (BOD₅), ჟანგბადის ქიმიური მოხმარება (COD)) და მიკრობიოლოგიური (ტოტალური კოლიფორმები, E-coli) ანალიზი. ნიმუშები აღებული იქნა 2018 წლის 11 დეკემბერს, ხოლო ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.1.1.3

ცხრილი 3.1.2 -1 ქიმიური და მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლების ანალიზის შედეგები

სამონიტორინგ ო ჭა	ელ. გამტარობა, მსიმ/სმ	სიმღვრივე, FTU	pH	ჟ.ქ.მ (COD),მგ O ₂ /ლ	ჟ.ბ.მ (BOD ₅), მგO ₂ /ლ	ტოტალური კოლიფორმები, კწე/ლ	E.coli, კწე/ლ
ჭა №1	2,067	61,0	7,00	<15,0	<2,0	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
ჭა №2	1,193	73,0	7,55	<15,0	2,5	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
ჭა №3	3,328	24,8	8,05	85,1	<2,0	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
ჭა №4	3,055	172,0	7,20	<15,0	<2,0	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
ჭა №5	2,795	219,0	6,80	27,0	<2,0	25	არ აღმოჩნდა

როგორც აღმოჩნდა, სამონიტორინგო ობიექტების წყლების pH იცვლება 6,80-დან 8,05-მდე, ხოლო ელ. გამტარობა 1,193 მსიმ/სმ-დან 3,328 მსიმ/სმ-მდე. მეორე და მესამე

კვარტლის მონაცემების მსგავსად, ჟანგბადის ქიმიური მოხმარების ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ობიექტში №3-ში- 85,1 მგ O₂/ლ, ჭა №5-შიმისი მნიშვნელობა 27,0 მგ O₂/ლ-ია, ხოლო ჭებში №№1, 2 და 4, მისი მნიშვნელობა ხელსაწყოს მგრძნობელობის ზღვარზე ნაკლებია (<15,0 მგO₂/ლ).

ჩატარებულ ანალიზზე დაყრდნობით შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ლილოს ნაგავსაყრელის წყლის შემგროვებელი და გამწმენდი სისტემა საკმარისად ეფექტურია, რაც ადასტურებს ჩვენ მოსაზრებას, რომ ფილტრატის ზემოქმედება გარემოზე შესაბამისი ინფრასტრუქტურის ეფექტური ფუნქციონირების პირობებში კონტროლირებად ნაგავსაყრელებზე დასაშვები ნორმის ფარგლებშია.

3.2 ნარჩენების შემადგენლობის კვლევა ცაგერის მუნიციპალიტეტში

3.2.1 კვლევის მეთოდოლოგია

2018 წლის სექტემბერში, ცაგერის მუნიციპალიტეტში, „მყარი ნარჩენების ინტეგრირებული მართვა-ქუთაისი“ პროექტის ფარგლებში განხორციელდა საპილოტე პროექტი „მუნიციპალური ნარჩენების მომსახურების გაუმჯობესება პროექტის რეგიონის ნახევრად ურბანულ და სასოფლო მუნიციპალიტეტებში“, რომელიც მოიცავდა ნარჩენების შეგროვების ეფექტურობისა და წარმოქმნილი ნარჩენების შემადგენლობის კვლევას. ამ კვლევაში აქტიური მონაწილეობის პროცესში შესაძლებელი გახდა მოცემულ ნაშრომში განხილული მეთოდების და გამოტანილი დასკვნების არსებულ პრაქტიკასთან შედარება და ეფექტიანი გამოყენების შესაძლებლობის შეფასება.

საპილოტე კვლევის ფარგლებში შესაძლებელი გახდა ნარჩენების მართვის ეფექტიანობის დეტალური შესწავლა ნარჩენების შეგროვების, ტრანსპორტირების და განთავსების 5 ტიპური ციკლის მსვლელობაში, ნარჩენების სატესტო დახარისხების და შემადგენლობის ანალიზს ჩათვლით. თითოეულ ციკლში შეგროვებული მუნიციპალური ნარჩენებიდან ნიმუშების აღებისა და მათი დახარისხების შედეგად, შესაძლებელი გახდა ნარჩენების შემადგენლობის დადგენა და მისი დაკავშირება წარმოქმნის ადგილთან და წყაროებთან ცაგერის და ლენტეხის (ნაწილობრივ) მუნიციპალიტეტებში. აღნიშნული კვლევის მიზანი იყო განსხვავებული ტიპის წყაროებიდან (ქალაქ ცაგერის კომერციული ცენტრი, ქალაქ ცაგერის დასახლებული ტერიტორია, ქალაქ ცაგერის გარეუბნები,

ცენტრალური გზის მიმდებარე დასახლებები, ცაგერის მუნიციპალიტეტის სოფლები, ლენტეხის მუნიციპალიტეტი) შეგროვებული ნარჩენები შემადგენლობის ერთგვაროვნების/არაერთგვაროვნების ანალიზი (როგორცაა მასალების ფრაქციულობა და შემადგენლობა).

სურათი Error! No text of specified style in document.-1- 3.2.1- 2 საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვებისა და ნაგავსაყრელზე ჩამოტვირთვის პროცესი



აღსანიშნავია, რომ მიღებული შედეგების დასაზუსტებლად სასურველია მსგავსი ანალიზის ჩატარება მინიმუმ კიდევ ერთხელ, გვიან ზამთარში ან ადრე გაზაფხულზე, მცენარეთა ვეგეტაციის პერიოდის დაწყებამდე, ვინაიდან ნარჩენების რაოდენობასა და შემადგენლობაზე დიდ გავლენას ახდენს სეზონური ვარიაციები. ამის მიუხედავად, ჩატარებული კვლევის შედეგების შედარება საქართველოში წლების მანძილზე მოპოვებულ სხვა მონაცემებთან მოწმობს საერთო სურათის სანდოობას.

ნარჩენები შემადგენლობის კვლევის დაგეგმვისას გათვალისწინებული იყო მოსახლეობის სიმჭიდროვისა და ნარჩენების წარმოქმნის ინტენსივობის ცვალებადობა და ტრანსპორტირების მარშრუტების განსხვავებულობა. ცაგერის მუნიციპალიტეტის ტერიტორია პირობითად დაყოფილი იყო ქალაქის კომერციულ ცენტრად, ქალაქის საცხოვრებელ ნაწილად, ქალაქის გარეუბნად (ქვემო ცაგერს და ქუთაისისკენ მიმავალი მთავარი გზის მიმდებარე დასახლება) და მუნიციპალიტეტის სოფლებად. ამდენად, შესაძლებელი გახდა შედეგების დეტალიზაცია ნარჩენების შემადგენლობის, ფრაქციულობის და შეგროვების ადგილმდებარეობის მიხედვით.

3.2.2 ნიმუშების აღება

ნარჩენების ნიმუშების აღება ხდებოდა ევროკავშირის ქვეყნებში მიღებული სტანდარტული მეთოდოლოგიით, რაც უზრუნველყოფდა მიღებული ინფორმაციის სანდოობასა და სხვა წყაროებიდან მიღებულ მონაცემებთან შედარების შესაძლებლობას. ნიმუშების აღების ტერიტორიული მრავალფეროვნების და ნიმუშების აღების მეთოდოლოგიის ზუსტი დაცვა უზრუნველყოფდა წარმომადგენლობითი სინჯების საჭირო რაოდენობის შეგროვებას და ანალიზს [33].

ნიმუშების აღება პრაქტიკულად შესაძლებელი იყო სამი წყაროდან:

- ოჯახები/მაღაზიები (ანუ ის წყარო სადაც ნარჩენები უშუალოდ წარმოიქმნება)
- კონტეინერები (ანუ ადგილი, სადაც აღნიშნული წყაროებიდან ნარჩენების ხვდება შემდგომი მოგროვების მიზნით);
- ნაგავმზიდი (რომელიც გამოიყენება ნარჩენების შესაგროვებლად და შეგროვებული ნარჩენების ტრანსპორტირებისთვის).

აღმოჩნდა, რომ ნარჩენების კონტეინერი ან ნაგავმზიდი არის ყველაზე მოსახერხებელი წერტილი ნიმუშების ასაღებად და ნარჩენების შემადგენლობის დასადგენად (უშუალოდ კონტეინერიდან ნიმუშების აღება უფრო რთულია და მეტ რესურსებს მოითხოვს და ხშირად მოსახლეობას ნარჩენები მოაქვს პირდაპირ მანქანასთან, საჯარო კონტეინერებს გამოყენების გარეშე). ნიმუშების აღება ხორციელდებოდა ნაგავსაყრელზე, ნარჩენების ჩამოცლის შემდეგ. ყოველი ციკლის ბოლოს აღებულ იქნა თითო ნიმუში წარმოქმნის თითო წყაროდან, გარდა ერთი გამონაკლისისა (სოფლების ციკლი), როდესაც გაანალიზებულ იქნა ორი ნიმუში.

თითოეული ნიმუში განთავსდა 10 ცალ 60-ლიტრიანი პლასტიკის სათლში - სულ 600 ლ ოდენობით, რაც შეადგენდა ნაგავმზიდის დაუპრესავი მოცულობის დაახლოებით 5% და აღემატებოდა ან ტოლი იყო კონტეინერის საერთო მოცულობის 50%-ს. ყველა ნიმუში აღებულ იქნა ვერტიკალური ჭრილებიდან, რომელიც ნაგავმზიდიდან ჩამოცლილი ნარჩენების გროვაში გაკეთდა ნიჩბების დახმარებით. შესაბამისად, ვერტიკალური ჭრილიდან აღებული ასეთი მოცულობის ნიმუში წარმომადგენლობითია და ასახავს მოცემული ციკლის პირობებში გამოყენებული ნარჩენების წარმოქმნის

წყაროს თავისებურებას. კომპლექსური გამოთვლების ჩასატარებლად, გამოყენებულ იქნა სანდო სტატისტიკური მეთოდები.

როგორც უკვე აღინიშნა, ნარჩენების შემადგენლობის ცვლილების ერთ-ერთი უმთავრესი ფაქტორია მცენარეთა ვეგეტაციის პერიოდი, ამიტომ უმჯობესია სორტირების კამპანიის განხორციელება ყველა სეზონზე მინიმუმ ერთხელ. ცაგერის მუნიციპალიტეტში ჩატარებული ნარჩენების დახარისხების კვლევის გამეორება რეკომენდირებულია 2019 წლის გაზაფხულზე (შესაძლებლობის შემთხვევაში, ტურისტული სეზონის დროსაც).

3.2.3 ნიმუშების დახარისხება

ყველა ნიმუშის დახარისხება მოხდა ხელით, ცალ-ცალკე. მცირე ზომის კომპონენტების გადასარჩევად გამოყენებულ იქნა ფოცხი, კბილებს შორის 30 მმ-იანი დაშორებით. 30 მმ-ზე დიდი ზომის მასალები დახარისხდა სხვადასხვა ფრაქციებად. ცხრილ 3.2.3.1-ში წარმოდგენილია სწორედ ეს 12 ფრაქცია. 30-მმ-ზე ნაკლები ზომის მასალები ცალკე არ დახარისხებულა, არამედ მიჩნეულ იქნა ერთ ფრაქციად (წვრილი ფრაქცია). არსებულ გამოცდილებაზე დაყრდნობით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ იგი უმეტესწილად შედგება ორგანული და ინერტული (მინერალური) მასალებისგან. მსგავსი მცირე ზომის კომპონენტების დახარისხება არის რთული და შრომატევადი საქმე და შესაბამისად, დამატებითი ცოდნის მისაღებად - არაეფექტური. ამასთან, აღნიშნული ფრაქცია შედგება ისეთი ზომისა და შემადგენლობის მასალებისგან, რომელთა დამუშავების ყველა ვარიანტი, კომპოსტირებისა და ბიოლოგიური სტაბილიზაციის გარდა, არაპრაქტიკულია.

სურათი 3.2.3-1-3.2.3-2 ნარჩენების დახარისხების პროცესი



ბოლოს, ცალ-ცალკე აიწონა ყველა დახარისხებული ფრაქცია და ცალკე გამოყოფილი წვრილი ფრაქცია, რათა დადგენილიყო სხვადასხვა მასალის წილი ნარჩენების საერთო რაოდენობაში. ნიმუშების აღებისას აწონილ იქნა სავსე სათლები. შიგთავსის წონისა და მოცულობის განსაზღვრის შემდეგ, შესაძლებელი გახდა ნარჩენების სიმკვრივის თეორიული გამოთვლა. მიღებული შედეგი თითქმის ზუსტად შეესაბამება კონტეინერებში განთავსებული ნარჩენების საშუალო მოცულობით სიმკვრივეს.

ცხრილი 3.2.3. -1 დახარისხებული ფრაქციები და მათი ტიპური შემადგენლობა

ფრაქცია	ტიპური შემადგენლობა
ქაღალდი/მუყაო	მუყაოს შესაფუთი ქაღალდები, საწერი ქაღალდი
მინა	ქილები, ბოთლები
მეტალი	სასმელის ქილები, ალუმინის ფოლგები, რკინის ნაჭრები, ლურსმნები
პლასტიკის „ფოლგა“ (ფირი)	შესაფუთი ცელოფანი, პარკები
პლასტიკის ჭურჭელი/ შესაფუთი მასალები	სასმელის ბოთლები/ჭიქები, პოლიესტერიანი და სითხის შესაფუთი მასალები
სამზარეულოს ნარჩენები	ჩამოცვენილი და დამპალი ხილი, სამზარეულოს ნარჩენები, მორჩენილი საკვები, დასველებული ქაღალდის ხელსახოცები
ეზოს ნარჩენები	ფოთლები, მცენარეები
ტექსტილი	ტანსაცმელი, საბნები, პირსახოცები/ტილოები, ფეხსაცმელები
მინერალური მასალის ნარჩენები	კერამიკა, ფაიფური, აგურები, ქვები
ხე	ხის სამუშაოებიდან მორჩენილი ფრაგმენტები ან ხის მასალები
სახიფათო ნარჩენები	მედიკამენტები, ბატარეები/ელემენტები, ნათურები
სხვა მასალები	ძირითადად ბავშვის ჰიგიენური საფენები (პამპერსები)

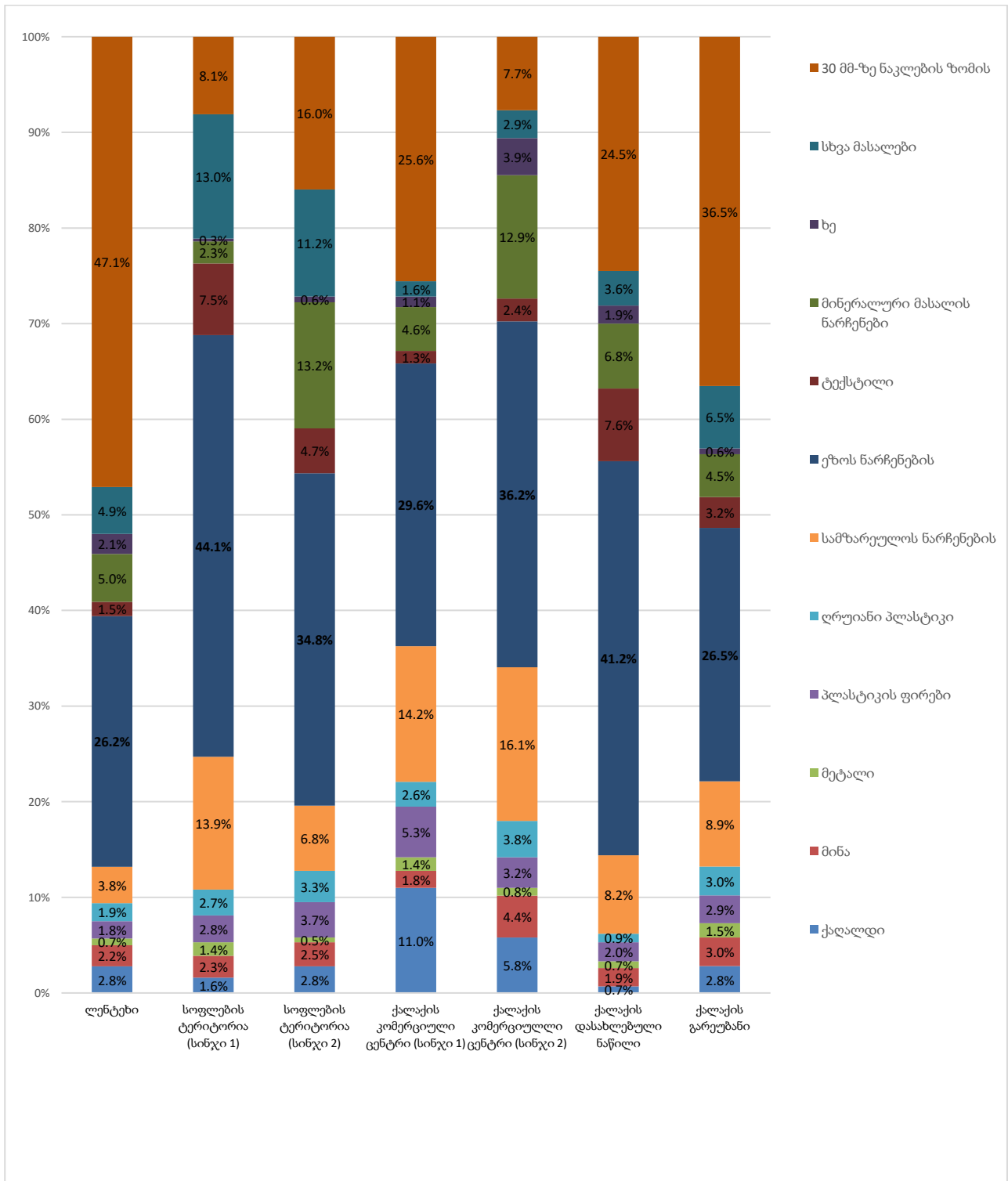
3.2.4. კვლევის შედეგები

გაანალიზებულ ნიმუშებში უმეტესად ჭარბობს ეზოს ნარჩენები და წვრილფრაქციული ნაწილი, რომელიც შედგება 30 მმ-ზე მცირე ზომის მასალებისგან. შემდეგ მოდის სამზარეულოს ნარჩენები და ინერტული ნარჩენები. შესაბამისად, გაზიფიკაციის ან/და კომპოსტირებისთვის გამოსადეგი მასალების პროპორცია ყველგან ძალიან მაღალია. უმეტეს შემთხვევაში, იგი აღწევს საერთო წონის 60%-მდე. ნარჩენებში აღნიშნული ტიპის მასალების დიდი რაოდენობა მიუთითებს კომპოსტირების და გაზიფიკაციის (შემდგომი გადამუშავებით) პრაქტიკაში დანერგვის დიდ პოტენციალზე

და ამგვარად ნარჩენების რაოდენობის შემცირებაზე. ამავე დროს დადასტურდა, რომ სოფლად შეგროვების მომსახურების მიწოდება არის უაღრესად ძვირი და ნარჩენების შემცირების ნებისმიერი მცდელობა, როგორცაა შეგროვების ინტერვალის გაზრდა, პირდაპირ აისახება შეგროვების ეფექტიანობაზე. კიდევ ერთი მაღალეფექტური ვარიანტია შეგროვების ალტერნატიული მომსახურება, რომელიც კონკრეტული ტიპის ნარჩენებზე იქნება ორიენტირებული და მნიშვნელოვნად გაააქტიურდება იმ პერიოდებში, როცა მისი წარმოქმნა განსაკუთრებით მაღალია. პოზიტიური ეფექტის მისაღწევად დიდად სასურველი იქნებოდა ასეთ შემთხვევებში ადგილზე დახარისხების უზრუნველყოფაც, რაც შესაძლებელია მოსახლეობის ცნობიერების დონის ამაღლების და ეკონომიკური წახალისების გზით.

ქაღალდი/მუყაო დიდი რაოდენობით აღმოჩნდა ქ. ცაგერის კომერციულ ცენტრში შეგროვებულ ნარჩენებში. დიდი ოდენობით ტექსტილი შეგროვდა ქალაქ ცაგერის დასახლებულ ნაწილში და სოფლების ტერიტორიაზე. სოფლების ციკლში შეგროვებული ნარჩენების კიდევ ერთ მნიშვნელოვან წილს შეადგენდა ბავშვის ჰიგიენური საფენები, რომლის ყველაზე დიდი წყარო, სავარაუდოდ, იყო სოფელ ლაილაშში მდებარე საბავშვო ბაღი.

დიაგრამა 3.2.4. -1 ნარჩენების შემადგენლობა ნაგავსაყრელიდან აღებულ სინჯებში

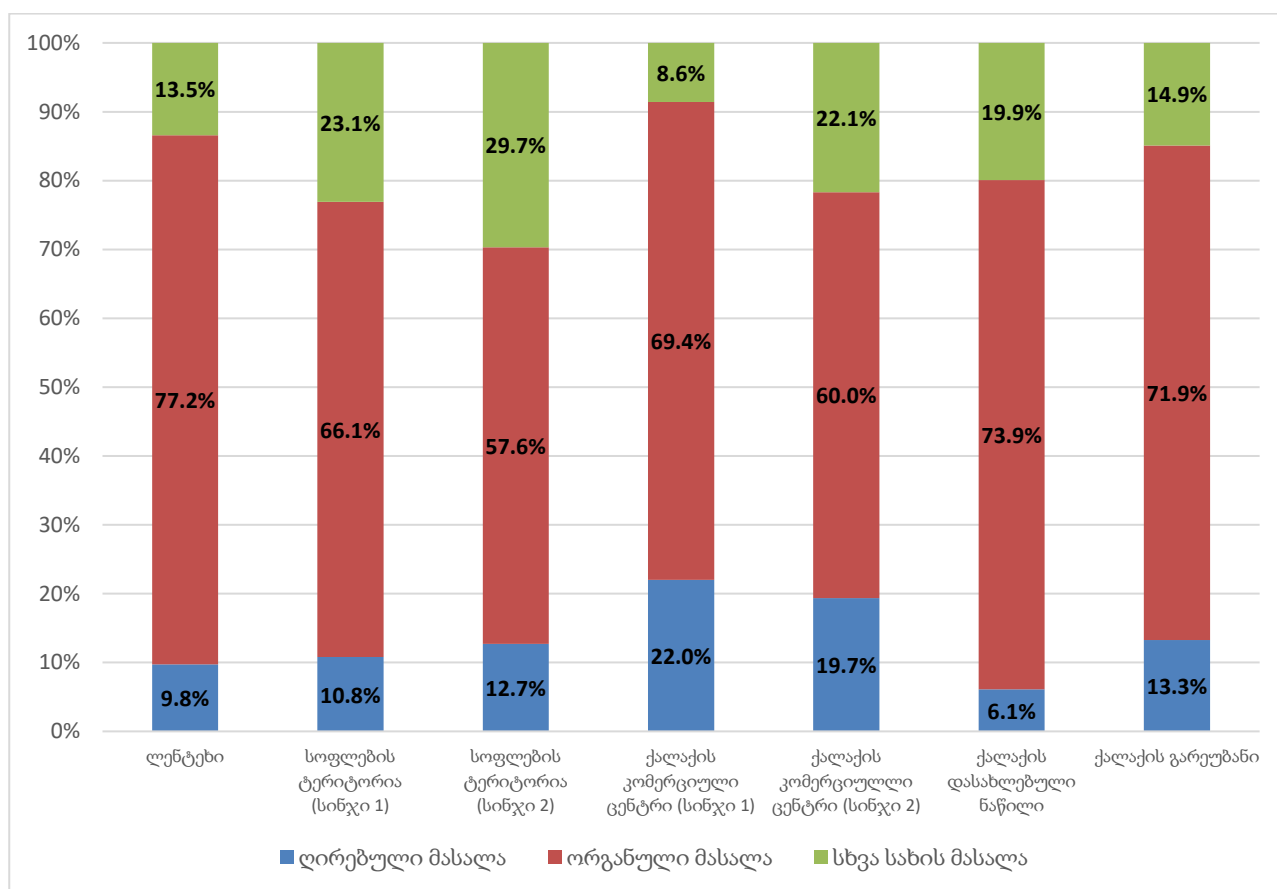


სახიფათო კომპონენტები, რომელთა მაქსიმალური წილი არის 0.1%, როგორც ჩანს, ძალზე უმნიშვნელო ნაწილია მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე წარმოქმნილი ნარჩენებისა, რაც დადებით ფაქტორად უნდა ჩაითვალოს მათი გადამუშავების

უსაფრთხოების და ეკონომიკური ეფექტიანობის თვალსაზრისით. ნიმუშებში მხოლოდ აღმოჩნდა მედიკამენტები, საყოფაცხოვრებო ქიმიკატები და კოსმეტიკური პროდუქცია.

ნარჩენების განსხვავებული კომპოზიცია განპირობებულია ნარჩენების წარმოქმნის წყაროებს შორის არსებული განსხვავებით. ფრიად მნიშვნელოვანია, რომ 30 მმ-ზე წვრილი ფრაქცია, სამზარეულოს ნარჩენები და ბადის ნარჩენები, ჯამში შეადგენს, საერთო რაოდენობის 58-77 პროცენტს (იხილეთ დიაგრამა 3.2.4.2.).

დიაგრამა 3.4.2.2. ნარჩენების შემადგენლობა-რეციკლირებადი მასალების წილი



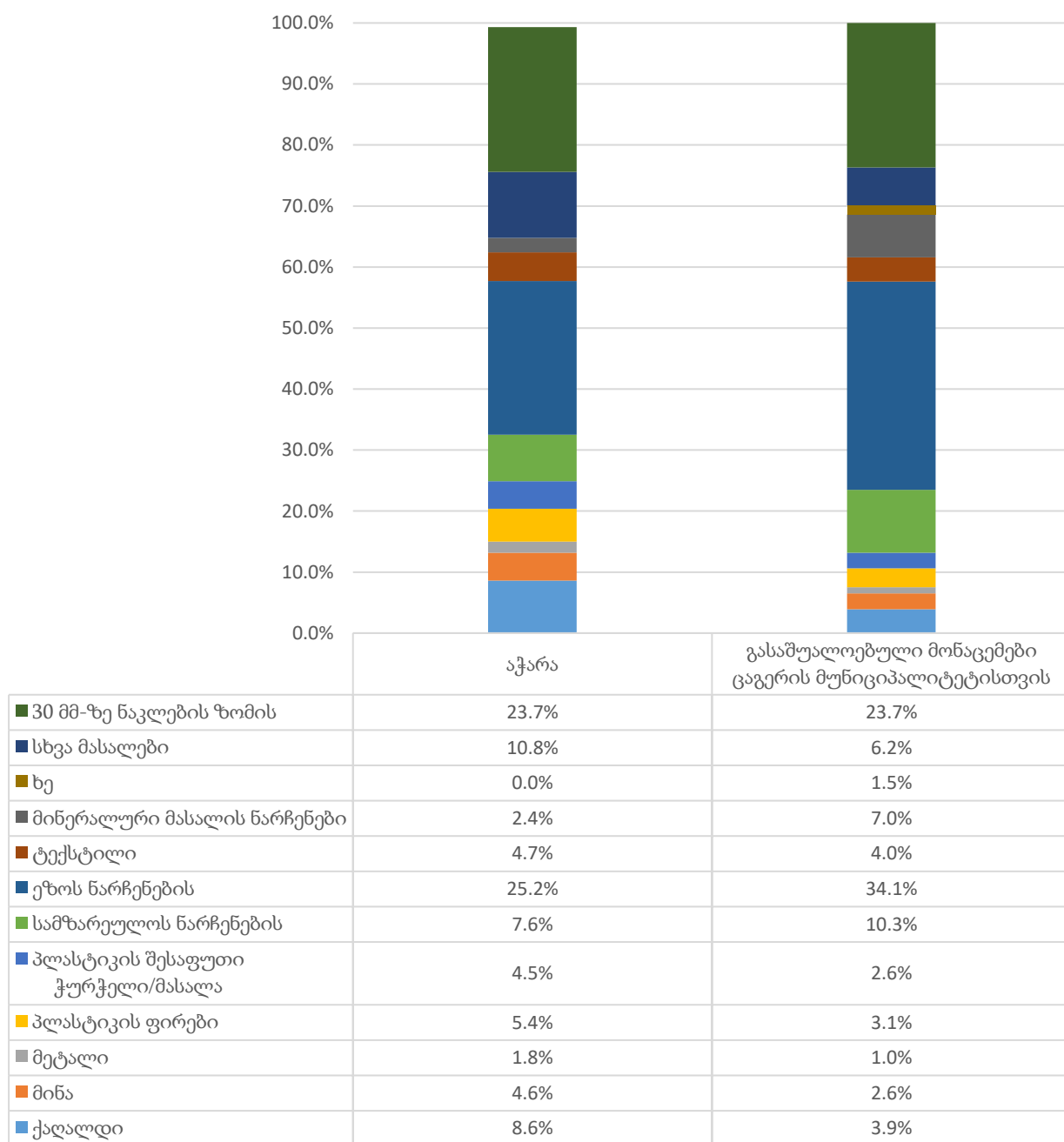
რეციკლირებადი მასალების წილი, რომელიც მოიცავს ქაღალდს/მუყაოს, მინას, ლითონს, პლასტმასის ფირებისა და პლასტიკის ჭურჭლის/შესაფუთი მასალას, მერყეობს საერთო წონის 6%-დან 22%-მდე. აქედან უდიდესი ნაწილი მოდის ქაღალდზე, რომელიც ძირითადად შედგება მუყაოსგან და სხვა შესაფუთი ქაღალდებისგან. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს სკოლებთან და საჯარო ადმინისტრაციის შენობებთან განთავსებული კონტეინერები, სადაც ნარჩენები დიდი რაოდენობით შეიცავს ხსენებულ მასალებს.

რეციკლირებადი მასალების უმაღლესი კონცენტრაცია დაფიქსირდა ქ. ცაგერის კომერციული ცენტრიდან აღებულ ნიმუშებში. ნიმუშების განმეორებით აღების შემდეგ დადგინდა, რომ საშუალო მაჩვენებელი 20% -ია. დაახლოებით ნახევარი შედგება ქაღალდი/მუყაოსა და მინისგან, ხოლო მეორე ნახევარი - პლასტიკის მასალებისგან.

ამ კუთხით აღსანიშნავია ის განსხვავება, რაც დაფიქსირდა პირველ და მეორე ციკლის დროს გამოკვლეული ქაღალდი/მუყაოსა და მინის ხვედრით წილში. პირველ ნიმუშში, მეორე ციკლის დროს შესწავლილ ნიმუშთან შედარებით, ქაღალდი/მუყაოს წილი იყო ორჯერ მეტი, ხოლო მინისა - ორჯერ ნაკლები. ასეთი სხვაობა შეიძლება უკავშირდებოდეს საკუთრივ ნიმუშების აღების პროცესს, თუმცა, ამავდროულად, შეიძლება იყოს შეგროვების კონკრეტულ ადგილას ნარჩენების წარმოქმნის თავისებურების შედეგი. მაგალითად, კონტეინერის სწრაფად შევსება და შიგ დიდი რაოდენობით ქაღალდი/მუყაოს მოხვედრა შეიძლება დაემთხვეს იმ დღეებს, როდესაც მაღაზიები საბითუმო მარაგებს იღებენ და პროდუქტის რეალიზაციის მიზნით, მას მუყაოს შესაფუთი ყუთებიდან იღებენ. ნარჩენების შეგროვების სათანადო მართვის დროს, მსგავსი შემთხვევები მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული და თუ ასეთი პრაქტიკა კონკრეტულ დღეებში რეგულარულად მეორდება, შესაძლებელია სპეციალური, კონკრეტულ მასალებზე ორიენტირებული მომსახურების ორგანიზება და/ან შეგროვების გრაფიკის შესაბამისად მორგება.

საპილოტე კვლევის პროცესში გაწეული ძალისხმევის შედეგად, ცაგერის მუნიციპალიტეტში ჩატარებული სორტირების ანალიზი, CENN-ის მიერ აჭარის რეგიონში გამოყენებულ მეთოდთან შესაბამისობაში იქნა მოყვანილი, რაც შედეგების შედარების საშუალებას იძლევა.

დიაგრამა 3.2.4 - 3 ნარჩენების შემადგენლობა აჭარის რეგიონსა და ცაგერის მუნიციპალიტეტში



ანალიზი ცხადყოფს, რომ ნარჩენების შემადგენლობის საშუალო მაჩვენებელი ერთმანეთისგან მკვეთრად არ განსხვავდება, თუმცა აჭარის რეგიონში წარმოქმნილი ნარჩენები შეიცავს ოდნავ მეტ რეციკლირებად მასალებს, ვიდრე რაჭა-ლეჩხუმი/ქვემო სვანეთში შეგროვებული ნარჩენები, სადაც ეზო-ბაღის, სამზარეულოს და სხვა ანალოგიური კომპონენტების ხვედრითი წილი შესამჩნევად მეტია.

თავი 4. მყარი მუნიციპალური ნარჩენების ორგანული კომპონენტის ქიმიურ ნედლეულად და საწვავად გადამუშავების მიზანშეწონილობისა და პრაქტიკული განხორციელების ეფექტიანობის შეფასება.

როგორც ცნობილია, ნარჩენების ქიმიურ ნედლეულად და საწვავად გადამუშავების მიზანშეწონილობა დამოკიდებულია ნარჩენების საერთო რაოდენობაზე, მათ შემადგენლობაზე (ორგანული კომპონენტის შემცველობაზე), განთავსებისა და გადამუშავების ადგილების მდებარეობაზე (ტრანსპორტირების ხარჯები და მარშრუტები). ჩვენი ამოცანა იყო რუსთავის მუნიციპალური ნაგავსაყრელის მაგალითზე შეგვეფასებინა ნარჩენების მეთანოლად გადამუშავების თანამედროვე ტექნოლოგიის გამოყენების გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური ეფექტურობა. მეთანოლი (მეთილის სპირტი) ერთ-ერთი ყველაზე მოთხოვნადი პროდუქტია მსოფლიოში [46]. მისი წარმოება ყოველწლიურად იზრდება და 2018 წლისთვის მიაღწია 92 მლნ. ტონას. ამის მიუხედავად, მეთანოლზე საბაზრო მოთხოვნილება აღემატება მიწოდებას და ეს ტენდენცია შენარჩუნდება უახლოეს ათწლეულებში. მეთანოლის ასეთი მოთხოვნადობა აიხსნება მისი გამოყენების სფეროს მრავალფეროვნებით. იგი გამოიყენება როგორც ქიმიური ნედლეული პოლიმერების, ბოჭკოების, გამხსნელების წარმოებაში, აგრეთვე ფარმაცევტულ წარმოებაში, ენერგეტიკაში, როგორც ანტიფრიზი ნავთობ და გაზსადენებში, მოტორული საწვავი, საწვავი თბურ ელემენტებში, გათბობის სისტემებში, როგორც ანტიდეტონატორი და კომპონენტი ანტიდეტონატორისათვის (მესამეული მეთილბუთილენის ეთერი), კომპონენტი ბიოსაწვავისათვის, ნედლეული ეკოლოგიურად სუფთა ბენზინისა და დიზელის საწვავის წარმოებაში და სხვა. მეთანოლი არამარტო ეკოლოგიურად სუფთა საწვავია, არამედ ჭარბი ენერგიის აკუმულირების ერთ-ერთი საუკეთესო საშუალება, რადგან მისი ხანგრძლივი დროით შენახვა არავითარ პრობლემას არ წარმოადგენს. არსებობს თანამედროვე ტექნოლოგიები [23], რომლებიც მეთანოლის სინთეზს იყენებენ, როგორც ატომურ ელექტროსადგურებისა და ჰიდროელექტროსადგურების მიერ გამომუშავებული ჭარბი ელექტროენერგიის აკუმულირების საშუალებას. მეთანოლის წარმოების ძირითადი ნედლეულია ბუნებრივი გაზი. მეთანოლის ყველა დიდი მწარმოებელი მას აწარმოებს ბუნებრივი გაზიდან (აირიდან). პრაქტიკულად შესაძლებელია მეთანოლის წარმოება

ნებისმიერი ორგანული ნედლეულიდან, მაგრამ ბუნებრივი გაზის სიახვე და მისი ტრანსპორტირების მცირე ხარჯები განაპირობებდა ბუნებრივი გაზის ფართოდ გამოყენებას[36]. ბუნებრივი გაზის ღირებულების ზრდამ განაპირობა მზარდი ინტერესი ქვანახშირიდან მეთანოლის მიღების და ბენზინად გადამუშავების მიმართ. უკვე 2008 წლისთვის 21 ქვეყანაში (უპირველეს ყოვლისა აშშ და ახალ ზელანდიაში) მეთანოლს იყენებდნენ 38 საწარმოში. ე.წ. MTG ბენზინის წარმოებისთვის, რომლის რეალიზაცია ხდებოდა 32 ათასამდე სპეციალიზებულ ავტოგასამართ სადგურში ყოველდღიურად 7,1 მილიონი ბარელის ოდენობით. მეთანოლიდან მიღებული ბენზინი სრულად შეესაბამება მსოფლიო სტანდარტებს და გამოირჩევა იმით, რომ პრაქტიკულად არ შეიცავს გოგირდს და ბენზოლს, რაც განაპირობებს მის მაღალ ეკოლოგიურ ღირებულებას [32]. ბოლო დროს გაჩნდა ექსპერიმენტული მცირე დანადგარები, რომლებიც მეთანოლს აწარმოებენ ატმოსფერული ნახშირორჟანგიდან. პერსპექტიულია მეთანოლის წარმოება ორგანული ნარჩენებიდანაც, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადამუშავების თვალსაზრისით. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) გადამუშავება—უტილიზაცია მსოფლიო მნიშვნელობის ეკოლოგიური პრობლემაა. მისი ყველაზე უფრო გავრცელებული ტექნოლოგია - დაწვა სითბოს ან ელექტროენერგიის მისაღებად - წარმოადგენს სათბურის გაზების ინტენსიური წარმოქმნის წყაროს და მსოფლიო კლიმატის ცვლილების მნიშვნელოვან ხელშემწყობ ფაქტორს. გარდა ამისა, ასეთი პრინციპით მომუშავე საწარმოები დიდტონაჟიანია, მოითხოვს დიდ კაპიტალდაზანდებებს და ხასიათდება უკუგების დიდი პერიოდით. ამავე დროს, მეთანოლი წარმოადგენს ფასეულ ქიმიურ ნედლეულს (რეაგენტს), რომელიც ფართოდ გამოიყენება ეკონომიკის მრავალ სფეროში, აგრეთვე ეკოლოგიურად სუფთა და პერსპექტიულ ენერგომატარებელს. მისი წარმოება შესაძლებელია მცირეტონაჟიანი საწარმოების მეშვეობით, რომელთა ღირებულება არ აღემატება 1,5-2 მილიონ ლარს უკუგების პერიოდით 3-4 წელი. მსნ ეფექტური და ეკონომიკურად მომგებიანი გადამუშავება რადიკალურად შეამცირებს ნაგავსაყრელების ბუნებრივ და სოციალური გარემოზე უარყოფით ზემოქმედებას, რამდენჯერმე გაზრდის მათი ოპერირების ხანგრძლიობას, ამდენადვე შეამცირებს ნაგავსაყრელების საერთო ტერიტორიის ექსტენსიური ზრდის სიჩქარეს და შესაბამისად დაზოგავს ახალი ნაგავსაყრელების მოწყობისათვის საჭირო საბიუჯეტო (და სხვა სახის სახსრების) ხარჯვას. აღნიშნულიდან

გამომდინარე, მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მეთანოლად სამრეწველო მასშტაბით გადამუშავება ეკონომიურად მომგებიანად განხორციელება იქნება სერიოზული პოზიტიური ნაბიჯი ეკოლოგიურად ორიენტირებული ტექნოლოგიების ჩვენს ქვეყანაში გამოყენების თვალსაზრისით.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, საქართველოს მყარი ნარჩენების მართვის კომპანიის ჩამოყალიბების შემდეგ დაიწყო მოძველებული და გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით სრულიად არაადამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაში მყოფი ნაგავსაყრელების მოწესრიგების ინტენსიური პროცესი, რომელიც მიზნად ისახავს მთელი ქვეყნის მასშტაბში არსებული მყარი ნარჩენების ნაგავსაყრელების დახურვას და მყარი არასახიფათო ნარჩენების განსათავსებლად ევროკავშირის სტანდარტების შესაბამისი, ახალი თანამედროვე ნაგავსაყრელის მშენებლობას და ოპერირებას. ამ მისასაღმებელი და უაღრესად საჭირო სტრატეგიის განხორციელების პროცესში უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ნარჩენების მართვის უმთავრესი პრინციპების - შემცირება და რეციკლირება (გადამუშავება) - განხორციელებას საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ორგანული ნაწილის ღირებულ პროდუქტებად (ჩვენ შემთხვევაში - მეთანოლად გადამუშავებას), რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმის გათვალისწინებით, რომ საქართველო მცირე მიწიანი ქვეყანაა და მისი ნიადაგები განიცდიან ეროზიისა და გამეწყვრების ინტენსიურ პროცესს. ყოველივე ეს განაპირობებს იმის აუცილებლობას, რომ, კერძოდ, მნიშვნელოვნად გაიზარდოს მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ნაგავსაყრელების ოპერირების ხანგრძლიობა და შეიზღუდოს მათი საერთო ტერიტორიის ექსტენსიური ზრდა. ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად, ასევე სხვადასხვა რამდენიმე კომპანიის მონაცემებით, საქართველოში გენერირებული მსნ საერთო რაოდენობა (800 000 ტონაზე მეტი წელიწადში) და ტიპიური მორფოლოგია საშუალებას იძლევა ნარჩენებიდან მეთანოლის ეკონომიკურად მომგებიანი წარმოებისთვის. მეთანოლის წარმოებისთვის გამოსადეგი მასალის წილი (ორგანული ნარჩენები და მწვანე მასა, ქაღალდი, ტექსტილი და ტყავი, პლასტიკური მასა) შეიძლება აღწევდეს 70%-მდე, ხოლო პლასტიკური მასის გამოკლებით - 60%-ს. ასევე საგულისხმოა, რომ ინერტული ნარჩენების დიდი ნაწილი შედგება მინისაგან და ამდენად, ქაღალდის, ლითონის, პლასტმასის და მინის ამოღების შემთხვევაში დარჩენილი ინერტული მასა და გადამამუშავებლად უვარგისი მასალა შეიძლება შეადგენდეს მსნ საერთო მასის სულ რამდენიმე პროცენტს[12] .

შესაბამისად, მხოლოდ სწრაფად გადამუშავებადი ორგანული ნარჩენების (ორგანიკა და მწვანე მასა) სრული უტილიზაციის შემთხვევაში ნაგავსაყრელების ოპერირების ვადა გაიზრდება 2,5 – 3-ჯერ, ხოლო ნარჩენების კარგად ორგანიზებული დახარისხების და მეთანოლად შემდგომი გადამუშავების შედეგად ეს მაჩვენებელი შეიძლება კიდევ უფრო გაიზარდოს. ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ: მსნ გადამუშავება მეთანოლად მკვეთრად გაზრდის ნაგავსაყრელების ოპერირების ვადას; მკვეთრად შეზღუდავს ნაგავსაყრელების საერთო ტერიტორიის ექსტენსიური ზრდის პროცესს; მკვეთრად შეამცირებს ნაგავსაყრელების დახურვის და დასრულების კრიტერიუმების მიღწევამდე რეაბილიტაციის ეტაპების ხანგრძლიობას; მკვეთრად გაზრდის თხევადი გამონატუტების გაუვნებლობის სისტემების ეფექტურობას და შეამცირებს მათ ზომებს და ღირებულებას; საშუალებას მოგვცემს გამოთავისუფლებული საბიუჯეტო და დონორების მიერ გამოყოფილი სახსრები მიიმართოს ნარჩენების მართვის სხვა პრიორიტეტული მიმართულებების დასაფინანსებლად, აგრეთვე ქვეყნისათვის პრინციპული მნიშვნელობის მქონე სხვა გარემოსდაცვითი და სოციალური პრობლემების გადასაწყვეტად; არ გაუწევს კონკურენციას ნარჩენების დახარისხებაზე და მსნ საერთო მასიდან ქაღალდის და მუყაოს, პლასტიკური მასების, ლითონის, მინის და სხვა სამიზნე მასალების ამოღებაზე დამყარებულ სამეწარმეო საქმიანობას, არამედ ხელს შეუწყობს მას; უზრუნველყოფს მაღალეკოლოგიურ ეფექტს; ხელს შეუწყობს ახალი სამუშაო ადგილების შექმნას; შემდგომში მსნ მეთანოლად გადამუშავების ფართო მასშტაბით დანერგვის შემთხვევაში ხელს შეუწყობს საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების განმტკიცებას. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ნარჩენების ორგანული კომპონენტის მეთანოლად გადამუშავება სრულ შესაბამისობაშია საქართველოს ხელისუფლების, რეგიონული განვითარების და ინფრასტრუქტურის სამინისტროს, აგრეთვე მყარი ნარჩენების მართვის კომპანიის სტრატეგიასთან ნარჩენების მართვის სფეროში, და მათი მხრიდან მხარდაჭერის და ხელშეწყობის შემთხვევაში შესაძლებელია წვლილს შეიტანს მთელი რიგი ეკონომიკური, გარემოსდაცვითი და სოციალური საკითხის დადებითად გადაწყვეტაში.

4.1 მეთანოლის მიღების ტექნოლოგია

მეთანოლის წარმოების კლასიკური ტექნოლოგია შედგება სამი ძირითადი სტადიისაგან: სინთეზ გაზის მიღებისა და გასუფთავების, სინთეზის და სასაქონლო პროდუქტის მომზადების (გაწმენდის) პროცესებისაგან. სინთეზ გაზის მიღების პროცესში ორგანული ნედლეული გარდაიქმნება (გაზიფიცირდება) წყალბადისა და ნახშირჟანგის მიღების მიზნით. გაზიფიკაციით მიღებული პროდუქციული გაზი თითქმის მთლიანად სუფთავდება მინარევებისაგან (0,5 – 1) ppm დონემდე. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გოგირდის და აზოტის ჟანგეულების, მეტალების ორთქლების, ჟანგბადის მაქსიმალურად მოცილება, რომლებიც მეთანოლის სინთეზის კატალიზატორის დეზაქტივაციას იწვევენ და ინერტული (აზოტის) მინარევების მინიმუმამდე დაყვანა. გასუფთავების შემდეგ ახორციელებენ სინთეზ-გაზის შედგენილობის კორექტირებას სტექიომეტრულის ფარგლებში, ან წყალბადის მნიშვნელოვანი სიჭარბით. არსებობს ორგანული ნედლეულის გაზიფიცირების მრავალი მეთოდი, მაგრამ ჩვენ შემთხვევაში ვიყენებთ გაზიფიკაციის ორიგინალურ მეთოდს მყარი კატალიზატორის გამოყენებით [15]. მეთანოლის წარმოების მეორე ეტაპია სინთეზი. ქიმიურ მრეწველობაში აპრობირებული და გავრცელებულია მეთანოლის სინთეზის რამდენიმე მეთოდი, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება გამოყენებული კატალიზატორებით, რეაქტორების კონსტრუქციებით და სინთეზის წარმართვის ფიზიკური და ქიმიური პირობებით. ძირითადად გამოიყენება ორი ტიპის – თუთიის და სპილენძის კატალიზატორები. თუთიის კატალიზატორები წარმოადგენენ ალუმინის ჟანგის გრანულებზე, ცეოლითზე ან თიხისებრ ფუძეზე დაფენილ თუთიის ჟანგსა და თუთიის ქრომატს სხვადასხვა დანამატებთან („პრომოტერებთან“) ერთად, ან ფუძის გარეშე თუთიის ჟანგის და თუთიის ქრომატის ფხვნილისებრ ნარევს (ZnO-ZnCrO ; $3\text{ZnO-ZnCr}_2\text{O}_4$; $3,3 \text{ ZnO-ZnCr}_2\text{O}$). თუთია-ქრომის კატალიზატორები გამოიყენება მაღალ წნევებსა (200 – 400 ატმ) და ტემპერატურებზე (350 – 380 °C). ისინი უფრო ამტანია ტემპერატურული გრადიენტებისა (გადახურების) და კატალიზატორების დეზაქტივატორების („კატალიზატორების შხამების“) მიმართ და ხასიათდება სტაბილურობით ექსპლუატაციის რამდენიმე წლის განმავლობაში (3–დან 5 წლამდე). სპილენძის კატალიზატორები შეიცავს სპილენძის ჟანგს, თუთიის ჟანგს და, ზოგჯერ,

ალუმინის ჟანგსაც (ე.წ. თუთია-სპილენძის და თუთია-სპილენძ-ალუმინის კატალიზატორები). ისინი გამოიყენება უფრო დაბალ წნევებსა და ტემპერატურებზე, მაგრამ უფრო მგრძნობიარეა კატალიზატორების შხამებისა და გადახურებების მიმართ. თუთია – სპილენძის კატალიზატორები გამოირჩევა მაღალი სელექტურობითა და ექსპლუატაციის ხანგრძლივი დროით (7 წლამდე) ექსპლუატაციის პირობების ზუსტად დაცვის შემთხვევაში. აღსანიშნავია მაგალითად, ფირმების „Haldor Topsoe“-ს კატალიზატორი „MK-121“ და „Johnson Matthey Catalysts“-ის კატალიზატორი „Katalco-51“, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება ევროპასა და ამერიკაში. კატალიზატორების მსგავსად, მეთანოლის სინთეზისათვის გამოყენებული რეაქტორების ტიპებიც არანაკლებ მრავალფეროვანია. იყენებენ რეაქტორებს კატალიზატორის სტაციონარული და „მდულარე“ ფენით, მოძრავი კატალიზატორით, სამფაზიან რეაქტორებს და სხვა. ძირითადი მოთხოვნა რეაქტორების კონსტრუქციების მიმართ არის სინთეზის ეგზოთერმული რეაქციის დროს გამოყოფილი სითბოს საკმარისი სისწრაფით ართმევა, ისე, რომ კატალიზატორის ფენებს შორის ტემპერატურის გრადიენტი არ აღემატებოდეს 10 გრადუსს. მეთანოლის წარმოების ბოლო ეტაპია რექტიფიკაცია, რომელიც ხშირ შემთხვევებში ორსაფეხურიანია და რომლის საშუალებითაც ხდება სინთეზით მიღებული ე.წ. „ნედლი“ მეთანოლიდან წყლისა და არასასურველი თანმდევი პროდუქტების გამოყოფა. რექტიფიკაციის ეტაპი განსაზღვრავს საბოლოო პროდუქტის ხარისხს. მეთანოლის წარმოება ბუნებრივი გაზიდან (აირიდან) კარგად აპრობირებული ქიმიური ტექნოლოგიების რიცხვს განეკუთვნება, რომლითაც იწარმოება მსოფლიოში მოხმარებული მეთანოლის 99% –ზე მეტი. რაც შეეხება მსნ-ის გადამუშავებას, დღეისათვის, ყველაზე გავრცელებულია დაწვა გარეშე ენერგომატარებლების დახმარებით, ხოლო მიღებული სითბური ენერგიით ელექტროენერგიის გამომუშავება და სითბური ენერგიით საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ობიექტების მომარაგება. განხილულ ტექნოლოგიაში გამოიყენება მსნ-ის გაზიფიკაცია ავტოენერგეტიკულ რეჟიმში. გაზიფიკაციით მიღებული გაზიდან ხორციელდება ჯერ სინთეზ-გაზის, ხოლო შემდეგ მეთანოლის წარმოება. სინთეზ-გაზის მიღებისთვის გამოიყენება არასტანდარტული ტექნოლოგიური პროცესი, რომელიც შეიცავს სიახლეს („ნოუ-ჰაუს“). პროდუქციული გაზის გასუფთავება, მისგან მიღებული ნარჩენების გადამუშავება და მეთანოლის წარმოება ხორციელდება სტანდარტული ტექნოლოგიით [15].

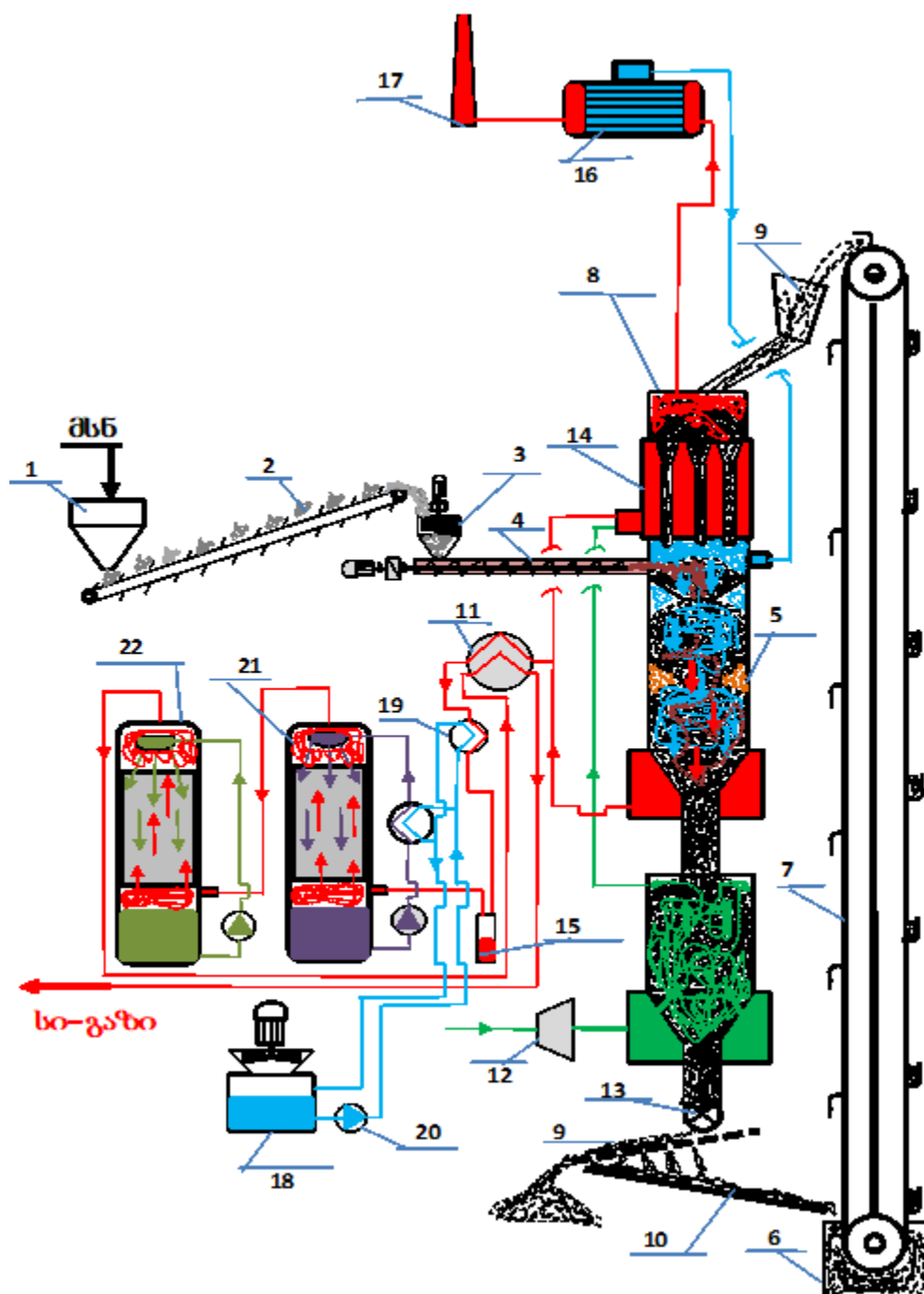
4.1.1. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) გაზიფიკაციის პროცესის მოკლე აღწერა.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაზიფიკაციით სინთეზ-გაზის მიღება გაცილებით რთული პროცესია, ვიდრე ქვანახშირის, ბუნებრივი გაზის ან ნავთობის გაზიფიკაციით. სირთულე განპირობებულია ძირითადად მსნ-ში შემავალი ორგანული მასის მრავალფეროვნებით და, აქედან გამომდინარე, მისი გაზიფიკაციით მიღებული გაზის შედგენილობის მრავალფეროვნებით. პირველად-გაუსუფთავებულ გაზში შეიძლება შედიოდეს ქლორი, გოგირდ და აზოტნაერთები, ფტორი, მეტალების ორთქლი და მრავალი სხვა მინარევები, რომლებიც უნდა გამოიყოს. გაზში უნდა დარჩეს მხოლოდ წყალბადისა და ნახშირჟანგის ნარევი, რომელშიც მინარევების კონცენტრაცია 1ppm – ზე ნაკლები იქნება. ტექნოლოგიურ პროცესში მიიღება წინასწარ დაუხარისხებელი მსნ. მისი დახარისხება აუცილებელია გაზიფიკაციის რეაქტორში მოხვედრამდე. დახარისხების შედეგად მაქსიმალურად უნდა გამოიყოს სხვადასხვა სახის პლასტმასის ნარჩენები, რომლებიც წარმოადგენენ ჰალოგენების (ქლორის – პოლივინილქლორიდი, ფტორის – ფტოროპლასტი) წყაროს. მაქსიმალურად უნდა გამოიყოს აგრეთვე გეტინაქსი, ტექსტოლიტი, ორგანული მინის ნარჩენები და მათი ტიპის სხვა პოლიმერული მასალები. შესაძლებელია აგრეთვე, მინის, ქაღალდის, რეზინის, ხის გამოყოფაც, თუმცა ისინი არ წარმოადგენენ ხელშემშლელ მინარევებს მსნ-ში. პროცესის სქემა შემდეგია (იხ. ნახაზი 4.1.1.1.): ნედლეულის მიღება ხდება ბუნკერში (1), რომლის ზომებიც ისეა შერჩეული რომ, მთლიანად იტევს ერთი მანქანა მსნ-ს . ბუნკერიდან (1) მსნ იყრება ლენტურ ტრანსპორტიორზე (2), რომელიც შეიძლება იყოს ორ, ან სამსაფეხურიანი, ისე რომ მომსახურე პერსონალმა მოასწროს ზემოთაღნიშნული მასალების გამოყოფა და მოცილება. ტრანსპორტიორიდან (2) მსნ იყრება სამსხვრევში (3), სადაც ქუცმაცდება 0 – 20 მმ ზომის ნაწილებად. დაქუცმაცებული მსნ სამსხვრევიდან (3) მიეწოდება შნეკურ მკვებავს (4), რომელსაც იგი გადააქვს გაზ-გენერატორში (5). 16 გაზ-გენერატორი (5), მუშაობს მყარ კატალიზატორზე. მასში განხორციელებულია ე.წ. „თერმოფორ –პროცესი“. გაზ-გენერატორის მუშაობის დროს, კატალიზატორი მუდმივად ცირკულირებს გაზ- გენერატორსა და კატალიზატორის მიმღებ ბუნკერს (6) შორის, საიდანაც მისი გადატანა ხდება ვერტიკალური კოვშებიანი ტრანსპორტიორით (7). კოვშებიანი ტრანსპორტიორი კატალიზატორს იღებს მის ძირში დამონტაჟებული მიმღები ბუნკერიდან (6) და გადააქვს გაზ-გენერატორის მიმღებ ბუნკერში (8), სადაც

იყრება დახრილი ღარის (9) საშუალებით. გაზ-გენერატორის შიგა მოცულობაში კატალიზატორი მოძრაობს თვითდინებით, სიმძიმის ძალის გავლენით, დინების სიჩქარე რეგულირდება გაზ-გენერატორის ძირში დამონტაჟებული ჰერმეტიკული მკვებავით (13). გაზ-გენერატორში (მისი მუშაობა დაწვრილებით არის განხილული შემდგომ) მოხვედრის შემდეგ, კატალიზატორი ხურდება გაზ-გენერატორის წვის კამერიდან (14) გამომავალ ნამწვ გაზებთან უშუალო კონტაქტით, მისი ტემპერატურა აღწევს 1100°C , რის შემდეგაც იყრება გაზ-გენერატორის გაზიფიკაციის კამერაში. გაზიფიკაციის კამერაში გახურებულ კატალიზატორს შეერევა შნეკი (4) –ით მიწოდებული დაქუცმაცებული მსნ და აგრეთვე, ორთქლის ქვაბიდან (16) მიწოდებული წყლის ორთქლი. გაზიფიკაციის კატალიზატორი ერთდროულად წარმოადგენს თბომატერებელსაც, მისი საშუალებით ხორციელდება გაზიფიკაციის ენდოთერმული რეაქციებისათვის საჭირო სითბოს მიწოდება. გაზ-გენერატორის ფსკერისკენ მოძრაობის პროცესში, გაზიფიკაციის ზონაში, მუდმივად ხდება კატალიზატორის მარცვლებისა და მსნ-ის გადარევა, კონტაქტი წყლის ორთქლთან და წარმოქმნილ გაზებთან, რაც იწვევს მსნ-ის ორგანული მასის სრულ დესტრუქციას და გაზიფიკაციას. გაზიფიკაციის ზონიდან გამოსვლის შემდეგ, კატალიზატორი გადადის რეგენერაციის კამერაში, რომელსაც ვენტილატორიდან (12) მიეწოდება ცივი ჰაერი. ჰაერთან კონტაქტის შედეგად კატალიზატორი ცივდება, იგი სითბოს გადასცემს ჰაერს, რომელიც ცხელდება თითქმის 500°C –მდე და რეგენერაციის კამერიდან გამოსვლის შემდეგ, შედის გაზ-გენერატორის წვის კამერაში (14). გაზ-გენერატორის წვის კამერაში ნამწვი გაზების ტემპერატურა 1200°C , ისინი მოძრაობენ კატალიზატორის შემხვედრად. მათი ტემპერატურა ბუნკერიდან (8) გამოსვლის შემდეგ, შეადგენს $(300 - 400)^{\circ}\text{C}$. ნარჩენ სითბოს გაზ-გენერატორიდან გამოსული ნამწვი გაზები ტოვებენ ორთქლის ქვაბში (16), ხოლო ორთქლის ქვაბიდან გამოსვლის შემდეგ კი საკვამლე მილის(17) საშუალებით გაიტყორცნებიან ატმოსფეროში. გაზ-გენერატორიდან მიღებული ტექნოლოგიური გაზი გაივლის რეგენერატორულ თბომცვლელს (11), სადაც სითბოს გადასცემს სინთეზის რეაქტორისაკენ მიწოდებულ გასუფთავებულ გაზს, რომელიც ხურდება 400°C –მდე. თბომცვლელში (11) ტექნოლოგიური გაზი ცივდება $300 - 400^{\circ}\text{C}$ –მდე. მისი ატმოსფერულ ტემპერატურამდე გაციება ხორციელდება თბომცვლელში (19), რომელსაც აციებს წყლის გამფრქვევიდან (18) ტუმბოს (20)–ის საშუალებით მიწოდებული გამციებელი წყალი. გაციების შედეგად ტექნოლოგიური

გაზიდან გამოიყოფა და კონდენსირდება გაზიფიკაციის თხევადი პროდუქტები, რომლებიც იკრიბება შემკრებში (15), საიდანაც ბრუნდება გაზ-გენერატორში . გაციებული ტექნოლოგიური გაზი მიეწოდება აბსორბციულ კოლონას (21), რომელშიც ხდება მისი წინასწარი გარეცხვა – გასუფთავება კაუსტიკური სოდისა და კარბამიდის 10%-იანი ხსნარით. გარეცხვის შედეგად, ტექნოლოგიური გაზიდან გამოიყოფა გოგირდი თითქმის 100%-ით, აზოტის ჟანგები 95%-მდე და აგრეთვე, ქლორი, ფტორი და მათი ნაერთები. აბსორბციული კოლონა (21) აღჭურვილია ცირკულირებადი გამრეცხი ხსნარის ტუმბოთი და წყლით გასაციებელი თბომცვლელით, რომელშიც გამრეცხ ხსნარს აერთმევა გაზების გახსნისას გამოყოფილი სითბო აბსორბციულ კოლონაში (21), მიმდინარე პროცესი წარმოადგენს ჰემოსორბციას. ჰემოსორბციის შედეგად წარმოიქმნება ხსნარი, რომელშიც შემავალი ნივთიერებები შეიძლება გამოყენებული იქნას თხევად სასუქად, ან გამოორთქვლის შემდეგ, მინერალური სასუქის მყარ და ნამატად. ტექნოლოგიური გაზის გასუფთავების საბოლოო სტადიაა ე.წ. „რექტიზოლპროცესი“, გაზის გარეცხვა აბსორბციულ კოლონაში (22) ცივი მეთანოლით (-20°C ტემპერატურაზე. სქემაზე (ნახ.1) არ არის ნაჩვენები (22) კოლონის დესორბციის კვანძი, რადგან იგი სტანდარტული რექტიზოლპროცესის ნაწილს წარმოადგენს. რექტიზოლ პროცესის დესორბციის კოლონიდან მიღებული გაზები მიეწოდება გაზ-გენერატორის(5) წვის კამერას (14).

ნახაზი 4.1.1 -1 სინთეზ-გაზის მიღების ტექნოლოგიური სქემა

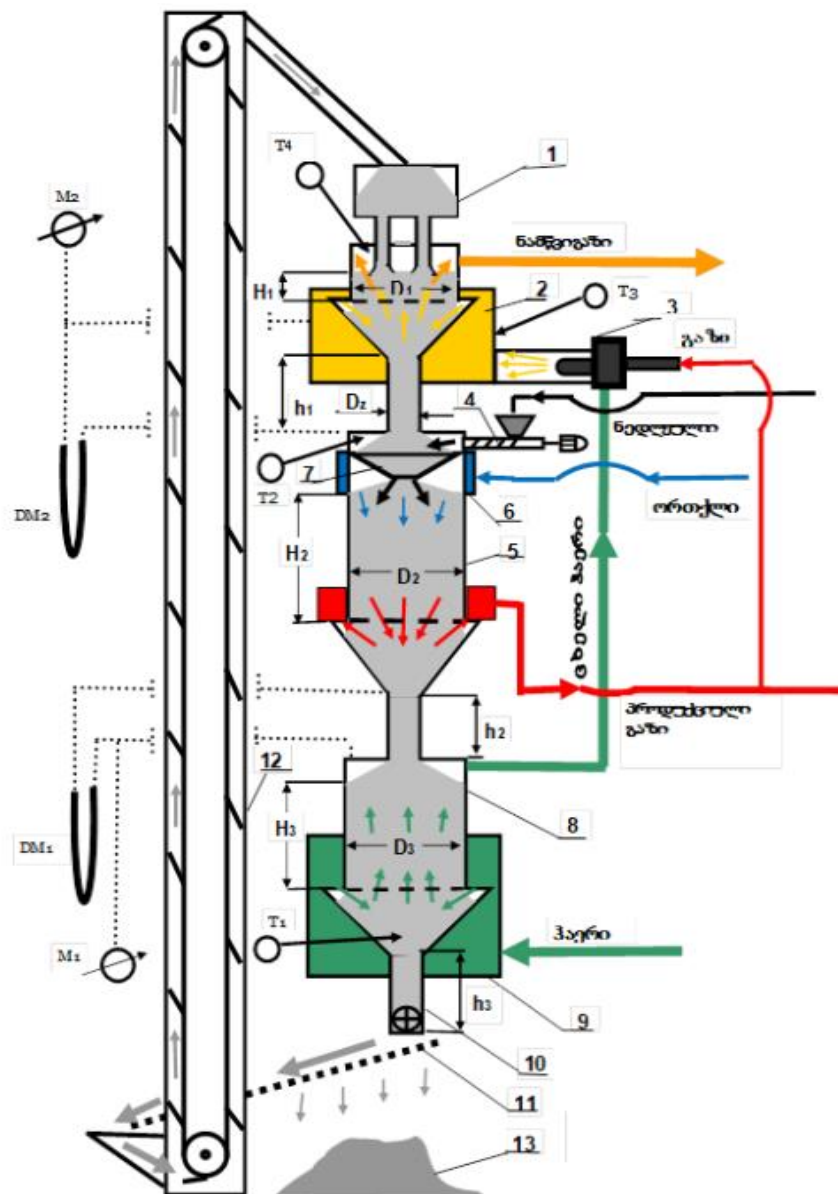


4.1.2 ძირითადი ტექნიკური საშუალებები

გაზ-გენერატორი ტექნოლოგიური პროცესის ძირითადი მოწყობილობაა, რომლის საშუალებითაც მიიღება სინთეზ-გაზი. გაზ-გენერატორის სქემა მოცემულია ნახაზზე 4.1.2.1. მისი დანიშნულებაა, ორგანული მასალის შემცველი ნედლეულის, მათ შორის დაბალნახშირბადშემცველი ნედლეულისაც (როგორიცაა: ნახშირის მოპოვების

ნარჩენების, მესაქონლეობისა და მეფრინველეობის ნარჩენების, საყოფაცხოვრებო ნარჩენების და სხვა) სინთეზ-გაზად გარდაქმნა.

ნახაზი 4.1.2-1 გაზ-გენერატორის სქემა



გაზ-გენერატორის მუშაობა ემყარება მყარი, წვრილმარცვლოვანი 0,5 – 5 მმ ზომის, თბომატარებლის გამოყენებას, რომელიც ერთდროულად პროცესის კატალიზატორსაც წარმოადგენს. თბომატარებელი - კატალიზატორი ცირკულირებს შეკრულ კონტურში, რომლის ერთი მხარე გაზ-გენერატორის შიგა მოცულობაა, ხოლო მეორე მხარე კი, ტრანსპორტიორი, რომელსაც გაზ-გენერატორის შიდა მოცულობიდან გამოსული კატალიზატორი გადააქვს გაზგენერატორის მიმდებ ბუნკერში (1). ბუნკერიდან (1), კატალიზატორი თვითდინებით, სიმძიმის ძალის გავლენით მოძრაობს გაზ-

გენერატორის და მცლელი მილის ჩამრახისკენ (10), რომლის საშუალებითაც რეგულირდება კატალიზატორის ცირკულირების სიჩქარე. დამცლელი მილიდან გამოსული თბომატარებელი, ვიბროსაცერის (11) გავლით მიეწოდება ტრანსპორტიორის (12), მიმღებ ბუნკერს (13). ტრანსპორტიორის საშუალებით კატალიზატორი ბრუნდება გაზ-გენერატორის მიმღებ ბუნკერში (1). მიმღები ბუნკერიდან (1) კატალიზატორი გადადის გამხურებელ ზონაში(2), სადაც ცხელდება აღნიშნული კამერის მიმართ კოაქსიალურად დამონტაჟებულ წვის კამერაში წარმოქმნილი ნამწვი გაზებით. წვის კამერაში, მუშაობის 30 სტაციონალურ რეჟიმში მუშაობისას იწვის, გაზ-გენერატორიდან მიღებული გაზის ნაწილი, ხოლო სასტარტო რეჟიმში გარედან მიწოდებული თხევადი, ან გაზობრივი საწვავი. წვის პროცესი ვითარდება საქშენიდან (3) მიწოდებული გაზისა და რეგენერატორიდან (8) გამოსული გაცხელებული ჰაერის ნაკადის შერევის შედეგად. ნამწვი გაზები გამსჭვალავენ გაზ-გენერატორის დამცლელი მილისაკენ მოძრავ თბომატარებელს, გადასცემენ მას თავის სითბოს, ცივდებათ 100°C - მდე და მსნ-ის საშრობის გავლის შემდეგ, გაიტყორცნებიან ატმოსფეროში. გახურების ზონაში კატალიზატორი ცხელდება პროცესის მაქსიმალურ ტემპერატურამდე 1200°C . გახურების ზონიდან (2), გაცხელებული კატალიზატორი გადაედინება გაზიფიკაციის ზონაში (5). გაცხელებული კატალიზატორის გარდა, გაზიფიკაციის კამერას, მკვებავი შნეკის (თხევადი მასის შემთხვევაში კი ტუმბოს) (4) საშუალებით მიეწოდება გადასამუშავებელი ნედლეული. კონუსის (7) საშუალებით ხდება კატალიზატორისა და ნედლეულის შერევა ისე, რომ კონუსიდან გამოსვლის შემდეგ, მიღებული მასა ერთგვაროვანია. გაზიფიკაციის კამერის(5), კოაქსიალურად დამონტაჟებულია წყლის ორთქლის კოლექტორი (6), საიდანაც წყლის ორთქლი, გაზიფიკაციის კამერის კორპუსის პერიმეტრის გასწვრივ დატოვებული ღრეჩოებიდან, შედის გაზიფიკაციის კამერაში და მოძრაობს კატალიზატორის მოძრაობის მიმართულებით რეგენერატორისაკენ (8). კოლექტორიდან შესული ორთქლი ვრცელდება კატალიზატორის მოძრაობის მიმართულებით, განჰოლავს მას და რეაქციაში შედის მასალაში შემავალ ნახშირბადთან. გაზიფიკაციის კამერაში მიმდინარეობს მრავალფეროვანი ქიმიური რეაქციები, სითბოსა და მასის გადაცემის, მასალის მექანიკური დაქუცმაცებისა და კომპონენტების ურთიერთშერევის, რთული პროცესები, რომელთა შედეგია ნედლეულის ორგანული ნაწილის გარდაქმნა და წყალბადის, ნახშირჟანგის, ნახშირორჟანგის და მცირე რაოდენობით სხვა გაზების

წარმოქმნა. კოლექტორში (6), წყლის ორთქლის გარდა შესაძლებელია ნახშირორჟანგის, წყალბადის, ან სხვა გაზების მიწოდებაც, რომლებიც მოცემული კონკრეტული ნედლეულის შემთხვევაში, წარმოადგენენ მაგაზიფიცირებელ, ან გაზიფიკაციის პროცესის ხელშემწყობ რეაგენტებს. გაზიფიკაციის კამერიდან (5) გამოსულ და რეგენერატორში (8) შესულ კატალიზატორს აქვს გაზიფიკაციის მინიმალური ტემპერატურა (მინიმალური ტემპერატურა რომელზედაც გაზიფიკაცია მიმდინარეობს). რეგენერატორში (8), კატალიზატორს განმსჭვალავს, ჰაერის კოლექტორიდან (9), რეგენერატორის (8) პერიმეტრის გასწვრივ არსებულ ღრეჩოებში შემავალი ჰაერის ნაკადი. ჰაერი აციებს კატალიზატორს თითქმის ატმოსფეროს ტემპერატურამდე, თვითონ ცხელდება გაზიფიკაციის მინიმალურ ტემპერატურამდე და გადადის წვის კამერაში (2). რეგენერატორიდან გამოსული თბომატარებელი-კატალიზატორი ხვდება ვიბრო-საცერხე (11), რომლის საშუალებითაც მისგან გამოიყოფა წვრილი ფრაქცია - გაზიფიკაციის პროცესის მყარი ნარჩენი, რომელიც ხშირ შემთხვევაში ღირებულ პროდუქტს წარმოადგენს (მაგ. ფერმების ნარჩენების გაზიფიკაციისას, სასუქს). გაზიფიკაციის მყარი ნარჩენი ძირითადად შედგება ორგანულ მასაში შემავალი მინერალური ნაწილისაგან, აგრეთვე კატალიზატორის წვრილი ნაფხვენებისაგან. კატალიზატორის დაუფხვენელი მასა - მისი ძირითადი ნაწილი, ვიბროსაცერიდან (11) გადადის ტრანსპორტიორის (12) მიმღებ ბუნკერში. გაზ-გენერატორის ნორმალური მუშაობის აუცილებელი პირობებია: 1. ნედლეული უნდა იყოს წვრილფრაქციული, არ შეიცავდეს დიდი ზომის ჩანართებს, რომლებიც შეაფერხებენ კატალიზატორის მოძრაობას გაზ-გენერატორის შიგა მოცულობაში. აუცილებელია, რომ ნედლეულის მარცვლების მაქსიმალური ზომა, მნიშვნელოვნად არ აღემატებოდეს 20 მმ. 2. მიმწოდებელი მოწყობილობა შნეკი, ან ტუმბო, უნდა უზრუნველყოფდეს ნედლეულის თანაბარ მიწოდებას, რომ გამოირიცხოს კატალიზატორის მარცვლების ზომაზე მნიშვნელოვნად მეტი ზომების გოროხების წარმოქმნა. 3. მაქსიმალური ტემპერატურა გახურების კამერაში (1), სულ მცირე 200 გრადუსით ნაკლები უნდა იყოს კატალიზატორის დნობის ტემპერატურაზე. 4. გამახურებელი კამერისა და გაზიფიკაციის ზონების შემაერთებელი, გაზიფიკაციის ზონისა და რეგენერატორის შემაერთებელი კატალიზატორის გამტარი მილების თავსა და ბოლოში, წნევათა სხვაობა უნდა იყოს მინიმალური. მისი სიდიდე, კატალიზატორის მარცვლების ზომასთან და

კატალიზატორის გამტარი მილის დიამეტრთან ერთად, განსაზღვრავს გაზების გაჟონვის მოცულობით სიჩქარეს ზონებს შორის. ხოლო რეგენერატორიდან (9) გამომავალი კატალიზატორის გამტარი მილის სიგრძე (რომელზედაც ამრაზია დამონტაჟებული), განსაზღვრავს გაზ-გენერატორიდან გამომავალი გაზის წნევას. გაზ-გენერატორის შიგნით მიმდინარე პროცესები უნდა იმართებოდეს ტემპერატურითა და წნევით, უკუკავშირით შესაბამის შემსრულებელ მექანიზმებთან.

როდესაც წვის კამერაში (2), ტემპერატურა T1, მეტი იქნება ნომინალურზე, უნდა შემცირდეს გაზის მიწოდება სანთურაში (3) (ჩაიკეტოს გაზის მიმწოდებელი ვენტილი, რომელიც ნახაზზე ნაჩვენებია არ არის). ავტომატურად გაზის მიწოდების შემცირებასთან ერთად, შემცირდება ჰაერის მიწოდება ვენტილატორიდან (ნახაზზე რის ნაჩვენებია) რეგენერატორში (9). როცა ტემპერატურა T1, ნაკლები იქნება ნომინალურზე, უნდა გაიზარდოს გაზის მიწოდება სანთურაში (3), პროპორციულად, ავტომატურ რეჟიმში, გაიზარდება ჰაერის მიწოდება ვენტილატორიდან. თერმომეტრით T2, იზომება კატალიზატორის ტემპერატურა, გაზიფიკაციის ზონაში შესვლამდე. T2 ტემპერატურით განისაზღვრება, T1 ტემპერატურის ნომინალური მნიშვნელობა (ანუ რაც იგივეა, სხვაობა ნამწვ გაზებისა და კატალიზატორის მაქსიმალურ ტემპერატურებს შორის). შეიძლება გაზის ხარჯის მართვა T2 მნიშვნელობის მიხედვითაც, ასეთ შემთხვევაში, T1 ტემპერატურით უნდა კონტროლდებოდეს წვის კამერის მაქსიმალური ტემპერატურა, რომელსაც განსაზღვრავს კონსტრუქციის მდგრადობა. T3 თერმომეტრით კონტროლდება ტემპერატურა გაზიფიკაციის ზონის გამოსავალზე, რომლის მნიშვნელობის მიხედვით უნდა რეგულირდებოდეს ნედლეულის მიწოდება გაზ-გენერატორში. თუ ტემპერატურა ნაკლები იქნება გაზიფიკაციის მინიმალურ ტემპერატურაზე (650°C), მაშინ უნდა შემცირდეს ნედლეულის მიწოდება, ხოლო თუ მეტი იქნება გაზიფიკაციის მინიმალურ ტემპერატურაზე, მაშინ უნდა გაიზარდოს ნედლეულის მიწოდება გაზ-გენერატორში. T4 თერმომეტრით იზომება ტემპერატურა უშუალოდ გაზიფიკაციის ზონაში. მისი საშუალებით კონტროლდება გაზიფიკაციის პროცესის მიმდინარეობა და სასტარტო რეჟიმში ფიქსირდება დროის ის მომენტი, როდესაც უნდა დაიწყოს ნედლეულის მიწოდება გაზ-გენერატორში. P DM2 დიფ. მანომეტრით იზომება წნევათა სხვაობა კატალიზატორის გახურების ზონიდან, გაზიფიკაციის ზონაში შემავალი კატალიზატორის გამტარი მილის ბოლოებზე. თუ წნევა გახურების კამერაში მეტი

იქნება წნევაზე გაზიფიკაციის კამერაში, უნდა გაიზარდოს ორთქლის (და სხვა გაზების – თუ ისინი გამოიყენება) მიწოდება გაზ-გენერატორში. დიფ მანომეტრებზე ნომინალური წნევების მნიშვნელობა დამოკიდებულია კატალიზატორის მარცვლების ზომასა და კატალიზატორის გამტარი მილების სიგრძეზე. ჰაერის მიწოდება სანთურაში, რეგულირდება ვენტილატორის შემწვოვ მხარეზე დამონტაჟებული ჩამრაზით ისე, რომ გაზის მიწოდების მოცულობით სიჩქარესა და ჰაერის მოცულობით სიჩქარეს შორის თანაფარდობა იყოს მუდმივი. გაზის მიწოდების სიჩქარეს (ე.ი. ჰაერის მიწოდების სიჩქარესაც) არეგულირებს T1 თერმომეტრი (ან T2), ორთქლის მიწოდების სიჩქარეს დიფ მანომეტრი DM2. კატალიზატორის ცირკულაციის სიჩქარე, განსაზღვრავს ნედლეულის მასურ სიჩქარეს და შესაბამისად გაზ-გენერატორიდან მიღებული გაზის მასურ სიჩქარეს. გაზ-გენერატორის გაანგარიშება ხდება მაქსიმალური სიმძლავრის მიხედვით. გაზ-გენერატორის გაანგარიშებით უნდა განისაზღვროს მისი თითოეული ზონის დიამეტრი და ამ ზონებში კატალიზატორის ფენის სიმაღლე. რადგან, თეორიული გაანგარიშებით შეუძლებელია ძირითადი აეროდინამიკური მახასიათებლების ზუსტი განსაზღვრა კატალიზატორის მარცვლების ფორმისა და ნედლეულის პოლიდისპერსიულობის გამო, ძირითადად გამოვიყენებთ ემპირიულ მონაცემებს და მათ განზოგადებას შესაბამისი მსგავსების კრიტერიუმების გამოყენებით.

ვინაიდან კატალიზატორის მოძრაობის სიჩქარე გაცილებით ნაკლებია გაზების მოძრაობის ფიქტიურ სიჩქარეზე (სიჩქარე აპარატის მთელ განივკვეთზე გადაანგარიშებით) კატალიზატორი შეიძლება ჩავთვალოთ უძრავად, ხოლო გაზის მოძრაობის სიჩქარედ მივიღოთ ფარდობითი სიჩქარე. კატალიზატორ-თბომატარებლის მასური სიჩქარის რეგულირება ხორციელდება გამომყრელი მექანიზმის წარმადობის რეგულირებით. გამოყენებული კატალიზატორის აქტივობით და თერმოდინამიკური მახასიათებლებით განისაზღვრება კატალიზატორის მასური სიჩქარის შეფარდება ნედლეულის მასურ სიჩქარესთან. კატალიზატორის გახურებისა და რეგენერაციის ზონებში მიმდინარეობს სითბოგადაცემის პროცესები, ხოლო გაზიფიკაციის ზონაში სითბოგადაცემასთან ერთად მიმდინარეობს მასების გადაცემის პროცესები[15].

4.1.3. კატალიზატორის გახურების ზონა

იმ შემთხვევაში, როდესაც სითბოს გაცვლა ხორციელდება მყარი კატალიზატორის მარცვლებსა და გაზს შორის, დიდი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო გაზის დინების რეჟიმს (ლამინალური, ტურბულენტური, თუ გარდამავალი), არამედ კატალიზატორის მარცვლის მასალის სითბოგამტარობას და ზომებს. კატალიზატორის გახურებისას სითბოს გადაცემა ხდება მისი ზედაპირიდან ცენტრისაკენ, ხოლო გაციებისას მარცვლის ცენტრიდან ზედაპირისაკენ.

4.1.4. რეგენერატორი

გაზ-გენერატორის რეგენერატორის ზონაში ხორციელდება კატალიზატორის გაციება, რაც აუცილებელია ენერგიის დაზოგვისათვის და კატალიზატორის დასაბრუნებლად მიმღებ ბუნკერში. რეგენერატორის ზონაში პროცესები ანალოგიურია კატალიზატორის გახურების ზონისა, მასში მოქმედებენ იგივე კანონზომიერებები, რაც გახურების ზონაში. აქედან გამომდინარე, შეიძლება იგივე ფორმულების გამოყენება რაც გამოვიყენეთ გახურების ზონის გასაანგარიშებლად, იმ მცირე განსხვავებით რომ, იცვლება ჰაერისა და კატალიზატორის საშუალო ტემპერატურები და შესაბამისად თერმოდინამიკური პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობები. რეგენერატორში კატალიზატორი შედის გაზიფიკაციის მინიმალური ტემპერატურით $T_r = 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ და გამოდის $T_{kr} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$; რეგენერატორში ჰაერი შედის $T_{a1} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ და გამოდის $T_{a2} = 550\text{ }^{\circ}\text{C}$. გარდა ამისა, ჰაერის მასური სიჩქარე დაახლოებით ნამწვი გაზების მასური სიჩქარის ტოლია, ასევე კატალიზატორის მასაც, მიუხედავად იმისა რომ, მას ემატება ნაცარი (რაც გაზიფიკაციის შემდეგ მსნ-დან რჩება) შეიძლება ჩავთვალოთ იგივე მასური სიჩქარის მქონედ რაც ჰქონდა გახურების ზონაში.

4.1.5. გაზიფიკაციის ზონა.

ორთქლის კონცენტრაციების სხვაობა გაზიფიკაციის ზონის შესავალსა და გამოსავალზე პროპორციულია გაზიფიცირებული ნახშირბადის მასისა და განისაზღვრება (9) ფორმულით. რეაქცია ნახშირბადის ნაწილაკსა და წყლის ორთქლს შორის ხორციელდება მაშინ, როდესაც ნახშირბადის ნაწილაკისა და მასთან შეხებაში მყოფ ორთქლისაგან შემდგარ სისტემას აქვს საკმარისი ენერგია რეაქციის მოსახდენად.

როდესაც გაზიფიკაციის რეაქცია მოხდება აღნიშნული სისტემის ტემპერატურა დაეცემა და შეწყდება (6) რეაქციის მიმდინარეობა იქამდე, სანამ ნახშირბადის ნაწილაკისა და წყლის ორთქლის სისტემა არ მიიღებს სითბოს გარკვეულ რაოდენობას კატალიზატორის მარცვლებისაგან. წყლის ორთქლის მოლეკულის დიფუზია ნახშირბადის ნაწილაკის ზედაპირულ შრეში და იქიდან, წარმოქმნილი წყალბადისა და ნახშირჟანგის მოლეკულების დიფუზია გაზის ძირითადი ნაკადისაკენ, არის გაცილებით ნელი სითბოგადაცემასთან შედარებით და ე.ი. გაზიფიკაციის მაღალიმიტირებელი პროცესი.

მრავალრიცხოვანი დაკვირვებისა და შესწავლის პროცესში დადგინდა რომ:

1. გაზიფიკაციის პროცესს ამუხრუჭებს წყალბადის კონცენტრაციის ზრდა გაზიფიკაციის ზონაში.
2. წყალბადის ძირითადი წყარო არის ნახშირჟანგის კონვერსია წყლის ორთქლით
3. გაზიფიკაციის რეაქციის სიჩქარე R ($1/\text{წთ}$) მიახლოებით შეიძლება აღიწეროს ფორმულით:

$$R = A \sigma^n$$

სადაც, σ – გაზიფიკაციის ზონის წნევაა (პარციალური წნევების ჯამი, ატმ), ხოლო A და n მუდმივები, რომლებიც არ არიან დამოკიდებული წნევაზე.

4. ნახშირჟანგის პარციალური წნევა არ ახდენს გავლენას გაზიფიკაციის სიჩქარეზე.

4.1.6. სინთეზ-გაზის გასუფთავება

გაზ-გენერატორიდან გამოსული ტექნოლოგიური გაზი გასუფთავების შემდეგ წარმოადგენს სინთეზ-გაზს. გასუფთავებამდე ტექნოლოგიური გაზი ცივდება ჯერ რეგენერატორულ თბომცვლელში, ხოლო შემდეგ კონდენსატორში, სადაც მისგან გამოიყოფა კონდენსირებადი ნაწილი, რომელიც შედგება წყლისგან და მცირე რაოდენობით ნახშირწყალბადებისა და მინარევებისაგან.

4.1.7. რეგენერატორული თბომცვლელი

რეგენერატორული თბომცვლელი წარმოადგენს, მილოვან მესერს (კონას), რომელიც ჩამონტაჟებულია მართკუთხა ფორმის პრიზმაში. მიღებს შორის სივრცეში

მომრაობს გაზ–გენერატორიდან გამოსული ცხელი ტექნოლოგიური გაზი, ხოლო მილებს შიგნით სინთეზ–გაზი, რომელიც მიიღება გასუფთავების სისტემიდან.

თბომცვლელის ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლებია სითბოგადაცემის ზედაპირი და მაქსიმალური მუშა ტემპერატურა. რეგენერატორული თბომცვლელისათვის მაქსიმალური მუშა ტემპერატურა უნდა იყოს არა უმცირეს 650°C, რადგანაც დაახლოებით ამ ტემპერატურით შევა მასში გაზ–გენერატორიდან გამოსული ტექნოლოგიური გაზი. გარდა ამისა, თბომცვლელი უნდა იყოს შედუღებულ მილებიანი (ზოგიერთ თბომცვლელში მილებს აპერმეტიზებენ „ვალცოვკით“) და უჟანგავი ფოლადისაგან დამზადებული რადგან, ცხელი ტექნოლოგიური გაზი აგრესიულ გარემოს წარმოადგენს.

რეგენერატორული თბომცვლელის ზუსტი გათვლა შეუძლებელია, იმის გამო რომ უცნობია ტექნოლოგიური გაზის ზუსტი ქიმიური შემადგენლობა, რომელიც დამოკიდებულია მსნ–ის შედგენილობაზე. აღნიშნულის გამო, გამოთვლების შედეგები მრავლდება ტექნოლოგიური მარაგის კოეფიციენტზე (როგორც წესი, ორმაგდება).

4.1.8. კონდენსატორი

კონდენსატორში უნდა მოხდეს რეგენერატორიდან გამოსული გაზის ატმოსფეროს ტემპერატურამდე გაციება და მასში არსებული წყლის ორთქლის კონდენსაცია. ძირითადი გასაანგარიშებელი პარამეტრია კონდენსატორის სითბოგადაცემი ზედაპირის ფართობი. სტანდარტული კონდენსატორი წარმოადგენს მილოვან კონსტრუქციას, რომლის გარსაცმი მილის შიგნითაც მოთავსებულია მილების მესერი. მილების შიგა მოცულობაში ცირკულირებს გამციებელი სხეული, ჩვენს შემთხვევაში წყალი, რომელიც ართმევს სითბოს ტექნოლოგიურ გაზს, თბება და გაიფრქვევა წყლის გამფრქვევში, სადაც გამჭოლი ჰაერით ცივდება ატმოსფეროს ტემპერატურამდე, რის შემდეგაც კვლავ ბრუნდება კონდენსატორში. კონდენსატორში წყლის მხრიდან სითბოგადაცემის კოეფიციენტი 2 რიგით აღემატება ტექნოლოგიური გაზის მხრიდან სითბოგადაცემის კოეფიციენტს, ამიტომ, სითბოგადაცემის ჯამური კოეფიციენტი საკმარისი სიზუსტით შეგვიძლია ჩავთვალოთ ამ უკანასკნელის ტოლად. კონდენსატორის გაანგარიშება შესაძლებელია შესაბამისი ნომოგრამების და ცნობილია ანალოგების მიხედვით [15]. გაანგარიშების განსახორციელებლად უნდა მივიღოთ

მილების მესრის შემადგენელი მილის შიგა დიამეტრი, რისთვისაც გამოდგება სტანდარტული უჟანგავი ფოლადის მილი.

4.1.9. გამრეცხი კოლონა

გამრეცხი კოლონა წარმოადგენს ცილინდრულ მოცულობას, რომელშიდაც დამონტაჟებულია გამანაწილებელი მესერი ფსკერიდან გარკვეულ სიმაღლეზე . გამანაწილებელ მესერზე ნაყარის სახით მოთავსებულია რაშიგის კერამიკული რგოლები $(25 \times 25 \times 3)$ მმ³, რომლის კუთრი ზედაპირის ფართობია $S_{rh} = 200 \text{ მ}^2 / \text{მ}^3$, ხოლო თავისუფალი მოცულობა $\varepsilon A = 0,7 \text{ მ}^3 / \text{მ}^3$. გამანაწილებელ მესერსა და ფსკერს შორის მოცულობის $2/3$ უჭირავს გამრეცხ ხსნარს, ხოლო $1/3$ კი ტექნოლოგიურ გაზს, რომელიც კოლონას მოეწოდება კონდენსატორიდან. წყობილი ირწყვება გამრეცხი ხსნარით, რომელიც იფრქვევა წყობილის ზემოთ მოთავსებული გამფრქვევი სისტემიდან. ხსნარი ცირკულირებს ტუმბოს საშუალებით.

4.1.10. რექტიზოლ პროცესი

ტექნოლოგიური გაზის სინთეზ–გაზად საბოლოო ფორმირება ხორციელდება ე.წ. „რექტიზოლ პროცესის“ საშუალებით, რომელიც ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა გაზების გასასუფთავებლად მინარევებისაგან და სუფთა სინთეზ– გაზის მისაღებად. რექტიზოლ პროცესის არსი მდგომარეობს ცივი მეთანოლით გაზების გარეცხვაში და აბსორბირებული გაზების დესორბციაში. მეთანოლში სხვადასხვა გაზები სხვადასხვა დოზით აბსორბირდება, რაც საშუალებას იძლევა ნაკლებად ხსნადი გაზების გამოცალკევებას კარგად ხსნადი გაზებიდან. მეთანოლში გაზების (აირების) ხსნადობა ტემპერატურის მიხედვით რექტიზოლ პროცესის აპარატურის მცირე ზომების მისაღებად მიზანშეწონილია აბსორბციის წარმოება რამდენიმე ატმოსფეროს ტოლ წნევაზე, როცა კომპონენტების პარციალური წნევები მაღალია და მასის გაცვლის მამოძრავებელი ძალაც დიდია. – 10°C –დან 10°C – მდე ტემპერატურაზე წყალბადი თითქმის არ ადსორბირდება მეთანოლში, ხოლო ნახშირჟანგი მნიშვნელოვანად სორბცია განიცდის, ამიტომ რექტიზოლ პროცესის გამოყენებით ადვილად შეიძლება სინთეზ– გაზში წყალბადისა და ნახშირორჟანგის კონცენტრაციების კორექტირება. როგორც ცნობილია და საყოველთაოდ არის მიღებული რექტიზოლ პროცესით გაზის გაწმენდა, ცნობილ სისტემებს შორის ყველაზე იაფი ჯდება, მაგრამ მას აქვს ნაკლიც, რომელიც

აპარატურული გაფორმების სირთულეში მდგომარეობს (რადგან აბსორბერ-დესორბერის, ტუმბოებისა და თბომცვლელების გარდა, შედგება ამიაკის სამაცივრო სისტემისაგან და რექტიფიკაციული კოლონისაგან). რექტიზოლ-პროცესის გამოყენება განსაკუთრებით ეფექტურია გაზის დიდი ნაკადის შემთხვევაში, როდესაც წარმადობა ასეულათასობით მეტრ კუბს შეადგენს საათში. ძალზე მრავალფეროვანია რექტიზოლ პროცესის ვარიანტები, რომლებიც იცვლება გაზიფიკაციის ტექნოლოგიური პროცესის მოწყობასა და ტექნოლოგიური გაზის შემადგენლობაზე დამოკიდებულებით.

4.2 მეთანოლის მიღების ტექნიკური საშუალებები

რექტიზოლ პროცესი ასრულებს სინთეზ-გაზის მიღების და გასუფთავების ეტაპს და ამ ეტაპზე მიღებული სინთეზ გაზი შეიძლება გადამუშავდეს მეთანოლად ერთერთი სტანდარტული მეთოდის გამოყენებით. ჩვენ მიერ ჩატარებული ანალიზის ობიექტი იყო ეკოლოგიური თვალსაზრისით ყველაზე უფრო უსაფრთხო ტექნიკური საშუალებები, კერძოდ: მეთანოლის სინთეზის ტექნიკური საშუალებები (კომპრესორი (150 ატ, 9,7 მ³/წთ) (მაგ., 2ГМ4-9,6/161М1 1 კომპლექტი ცირკულაციური კომპრესორი (მაგ., 1ЦЦК-50\200) 1 კომპლექტი კატალიზატორი „ცინკ-ქრომატი“ (წონით) კატალიზატორი გიაპ-3 ან ანალოგი (წონით) წყლის ტუმბო (12 მ³/სთ; 2 ატმ) 2 კომპლექტი ზეთის ტუმბო (12 მ³/სთ; 2 ატმ) 2 კომპლექტი რეზერვუარები (100 მ³ საერთო მოცულობით), 1 კომპლექტი მეთანოლის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაზიფიცირების და მეთანოლის საწარმოს დასაკომპლექტებლად საჭირო ძირითადი ტექნიკური საშუალებების და მასალების ჩამონათვალი და საორიენტაციო ღირებულება მოცემულია ზემოთ, ძირითადი ეკონომიკური მახასიათებლების აღწერაში.

4.3 გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური ეფექტურობის ანალიზი

თანამედროვე ეტაპზე გამოიყენება მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების განთავსების და უტილიზაციის ოთხი ძირითადი მეთოდი:

1. დამარხვა (ღია ნაგავსაყრელები, პოლიგონები ნარჩენების გრუნტით დაფარვის გამოყენებით, პოლიგონები ბიოგაზის შეკრების და გაწმენდა/გამოყენების სისტემებით);

2. თერმული დამუშავება (ღია დაწვა, სამრეწველო დაწვა ენერგიის მიღებით, პიროლიზი, გაზიფიკაცია და ენერგომატარებლებად გადამუშავება);
3. რეციკლირება (ნარჩენების დახარისხება/სეპარირება, ფასეული მეორადი ნედლეულის გამოყოფა, მეორადი ნედლეულის გადამუშავება);
4. კომპოსტირება.

გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით ყველაზე ნაკლებად მისაღებია ნარჩენების დამარხვა, ვინაიდან ამ დროს წარმოიქმნება გაზის ემისიებისა და თხევადი ფილტრატის მაქსიმალური ჯამური რაოდენობა. ასევე, ადგილი აქვს ნაგავსაყრელებით დაკავებული ტერიტორიების ექსტენსიური ზრდას. მაღალ განვითარებული ქვეყნები განუხრელად ისწრაფვიან დასამარხად განკუთვნილი ნარჩენების საერთო რაოდენობის შემცირებისკენ. ევროპის რამდენიმე მცირემიწიან ქვეყნებში მყარი ნარჩენების პოლიგონების შექმნა აკრძალულია. ევროკავშირში შემუშავებულია გრძელვადიანი პროგრამა, რომელიც ითვალისწინებს მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დამარხვის პრაქტიკის შეწყვეტას და უმეტესწილად რეციკლირებაზე გადასვლას.

ნარჩენების დაწვის და სამრეწველო ენერგიის მიღების ეკონომიკური ეფექტურობა დამტკიცებულია მრავალწლიანი პრაქტიკული გამოცდილებით. საკმარისად მაღალია მისი გარემოსდაცვითი პოტენციალიც ნარჩენების დამარხვის პრაქტიკის შეზღუდვის და მთლიანად შეწყვეტის თვალსაზრისითაც, მაგრამ ეს მეთოდი დაკავშირებულია ერთერთი ძირითადი სათბურის გაზის - ნახშირორჟანგის - აქტიურ გენერაციასთან და ამიტომ ვერ ჩაითვლება ნარჩენების უტილიზაციის ოპტიმალურ მეთოდად.

ნარჩენების რეციკლირება ხასიათდება საშუალოზე მაღალი ეკონომიკური ეფექტურობით, მაგრამ გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით ნაკლებად ეფექტურია, ვინაიდან საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დიდი ნაწილი კვლავ საჭიროებს დამარხვას ან დაწვას შესაბამისი რაოდენობის ფილტრატის წარმოქმნის და აირების (მათ შორის - სათბურის გაზების) ჰაერში ინტენსიური ემისიის პირობებში.

ნარჩენების კომპოსტირება ხასიათდება საშუალო ეკონომიკური/გარემოსდაცვითი და დაბალი ენერგოეფექტურობით, პროცესის დიდი ხანგრძლივობით და, ამდენად, შეზღუდული მასშტაბებით.

ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით ჩვენი კვლევის ობიექტად არჩეულ იქნა მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების სეპარირების და რეციკლირების შემდეგ გენერირებული ორგანული კომპონენტი და მისი გაზიფიკაციის და შემდგომი კათალიტური დამუშავების შედეგად მიღებული ფასეული ქიმიური ნედლეულის და საწვავის - მეთილის სპირტის ანუ მეთანოლის - სამრეწველო პროცესის ეკონომიკური და გარემოსდაცვითი ეფექტი. აქვე აღვნიშნავთ, რომ ხანგრძლივ პერსპექტივაში მისი ეკონომიკური ეფექტი განუხრელად გაიზრდება, ვინაიდან პროგნოზირებულია მისი ბაზრის 11%-ანი წლიური 2026 წლამდე, ხოლო მისი საერთო მოცულობა, პროგნოზის თანახმად, 2024 წლისათვის მიაღწევს 100 მილიარდ დოლარს [47].

გადამუშავების ეკონომიკური შეფასება მოიცავს განხილული წარმოების ძირითადი ეკონომიკური მაჩვენებლების (საწარმოს მოწყობის და ექსპლუატაციაში გაშვების, საშუალო ყოველთვიური საწარმოო ხარჯის, საშუალო ყოველთვიური შემოსავლის, წლიური მოგების, უკუგების პერიოდის) ანალიზს ამჟამად საქართველოში ხელმისაწვდომი საშუალო ფასების და სხვა ეკონომიკური ფაქტორების გათვალისწინებით. დასაბუთებაში მოყვანილი მოწყობილობა-დანადგარების შერჩევა მოხდა ხარისხი/ფასის მაჩვენებლის ოპტიმალური მნიშვნელობის მოთხოვნის საფუძველზე. დათვლილია მაქსიმალური მოსალოდნელი ხარჯი და უკუგების შესაბამისი პერიოდი.

ცხრილი 4.3 -1 მოწყობილობა-დანადგარები ფასების მითითებით

№	დასახელება და მარკა	ერთეული	ერთეულის ფასი (\$)	რაოდენობა	მთლიანი ღირებ. (\$)
1	მიმღები ბუნკერი 30 მ3				18 200
1.1	მიწის სამუშაოები	მ3	20	60	1200
1.2	რკინა-ბეტონი	მ3	130	60	7800
1.3	ფურცლოვანი ფოლადი, სისქე 5მმ, 60 მ2	ტონა	800	2,4	1900
1.4	კონსტრუქციული ფოლადი	ტონა	800	2,4	1900
1.5	საქარხნო სამუშაოები	ტონა	1400	1	1400
1.6	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	2	400
1.7	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	2	400

1.8	მუშა-ხელი	კაც-დღე	40	80	3200
2	მსნ-ის სეპარატორი				11 100
2.1	ლენტური ტრანსპორტიორი	გრძ.მეტრი	150	30	4500
2.2	კონსტრუქციული ფოლადი	ტონა	800	4	3200
2.3	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	2	400
2.4	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	3	600
2.5	მუშა-ხელი	კაც-დღე	40	60	2400
3	მსნ-ის მომზადების უბანი				61 300
3.1	სამსხვრევი	კომპლექტი	21000	1	21000
3.2	საშრობი	კომპლექტი	28000	1	28000
3.3	რკინა – ბეტონი	მ3	130	20	2600
3.4	კონსტრუქციული ფოლადი	ტონა	800	4	3200
3.5	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	4	800
3.6	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	5	1000
3.7	საქარხნო სამუშაოები	ტონა	1400	0,5	700
3.8	მუშა-ხელი	კაც – დღე	40	100	4000
4	კატალიზატორების დამზადების უბანი				17 250
4.1.	წყლის ელექტრული სახდელი	კომპლექტი	1000	1	1000
4.2.	ნიტრატების ჭურჭელი (პლასტმასი)	ცალი	75	4	300
4.3.	ტიტანის ქვაბები	ცალი	600	3	1800
4.4.	ელექტროლუმენი 5 კვტ-მდე	ცალი	200	3	600
4.5.	საშრობი კარადა, ან აგრეგატი	კომპლექტი	1500	1	1500
4.6	გამოსაწვავი ელექტროლუმენი	კომპლექტი	1600	1	1600
4.7	ელექტროლიზური წყლის	კომპლექტი	1800	1	1800
4.8	წყალბადის წვის კამერა ავტომატური მართვით	კომპლექტი	500	1	500
4.9	გრანულატორი	ცალი	1400		1400
4.10	წისკილი	ცალი	1750	1	1750
4.11	კერამიკის ფილები გამოსაწვავი ლუმენისთვის	ცალი	100	7	700
4.12	ადსორბციული კოლონა აქტივირებული ნახშირით	კომპლექტი	1000	1	100

4.13	აბსორბციული კოლონა (სანიტარული კოლონა)	კომპლექტი	1800	1	2000
4.14	საცერი (სეპარატორი)	კომპლ	1100	1	1100
4.15	ვაკუუმ –ფილტრი	კომპლ	1100	1	1100
5	გაზ – გენერატორი				157 000
5.1	ვენტილატორი	ცალი	1500	2	3000
5.2	მკვებავი 1	ცალი	4600	1	4600
5.3	მკვებავი 2	ცალი	5100	1	5100
5.4	კოვშებიანი ტრანსპორტიორი	კომპლექტი	30000	1	30000
5.5	საცერი	ცალი	16000	1	16000
5.6	კატალიზატორი	ტონა	500	70	35000
5.7	ფურცლოვანი უჟანგავი ფოლადი, სისქე 12მმ	ტონა	7000	2,6	18200
5.8	უჟანგავი ფოლადის მილები	ტონა	7000	0,8	5600
5.9	კონსტრუქციული ფოლადი	ტონა	800	6	4800
5.10	რკინა-ბეტონი	მ3	130	40	5200
5.11	საქარხნო სამუშაოები, შავი ფოლადი	ტონა	1400	4	5600
5.12	საქარხნო სამუშაოები, უჟანგავი ფოლადი	ტონა	2300	2.6	6000
5.13	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	22	4400
5.14	ცეცხლგამძლე აგური	ცალი	1,6	2500	4000
5.15	მინის ბამბა (ან ბაზალტის ბამბა)	მ3	30	10	300
5.16	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	6	1200
5.17	ხელფასი	კაც – დღე	40	200	8000
6	რეგენერატორული თბომცვლელი				15 400
6.1	უჟანგავი ფოლადის მილი Φ 30×3,5	მ	8	250	2000
6.2	ფურცლოვანი უჟანგავი ფოლადი, სისქე 12მმ	ტონა	7000	0,8	5600
6.3	ფურცლოვანი შავი ფოლადი	ტონა	800	2,5	2000
6.4	კონსტრუქციული შავი ფოლადი	ტონა	800	1,0	800
6.5	საქარხნო სამუშაოები	კომპლექტი	4000	1	4000
6.6	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	2	400
6.7	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	1	200
6.8	ხელფასი	კაც – დღე	40	10	400

7	კონდენსატორი				21 700
7.1	უქანგავი ფოლადისმილი $\Phi 30 \times 3,5$	მ	8	700	5600
7.2	ფურცლოვანი უქანგავი ფოლადი, სისქე 8მმ	ტონა	7000	1,1	7700
7.3	კონსტრუქციული შავი ფოლადი	ტონა	800	0,5	400
7.4	წყლის ტუმბო	ცალი	500	2	1000
7.5	საქარხნო სამუშაოები	კომპლექტი	6000	1	6000
7.6	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	2	400
7.7	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	1	200
7.8	მუშა – ხელი	კაც – დღე	40	10	400
8	სკრუბერი				12 100
8.1	ემალირებული ავზი (20 მ3)	ცალი	2200	2	4400
8.2	კერამიკის (ან მიწის) რაშიგის რგოლები ($25 \times 25 \times 3,5$)	მ3	1000	3	3000
8.3	კერამიკული სფერული წყობილი ($\Phi 3$ მმ)	მ3	1000	0,3	300
8.4	წყლის ტუმბო (წნევა 2ატ, წარმადობა 40 მ3/სთ)	ცალი	600	2	1200
8.5	ფოლადის მილი ($\Phi 320 \times 6$)	მ	20	10	200
8.6	ფოლადის მილი ($\Phi 22 \times 3$)	მ	1	200	200
8.7	ფურცლოვანი ფოლადი, სისქე 10 მმ	ტონა	800	0,5	400
8.8	საქარხნო სამუშაოები	ტონა	1400	1	1400
8.9	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	2	400
8.10	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	1	200
8.11	ხელფასი	კაც – დღე	40	10	400
9	რექტიზოლ - პროცესის სისტემა				56 900
9.1	ემალირებული ავზი	ცალი	2000	2	4000
9.2	ფოლადის მილი $\Phi 219 \times 6$	მ	15	20	300
9.3	ფოლადის მილი $\Phi 22 \times 3$	მ	1	300	300
9.4	ფოლადის მილი $\Phi 320 \times 6$	მ	20	10	200
9.5	კერამიკის (ან მიწის) რაშიგის რგოლები ($25 \times 25 \times 3,5$)	მ3	1000	6	6000
9.6	ნიქრომის მავთული $\Phi 2$	კგ	50	40	2000
9.7	კერამიკული სფერული წყობილი ($\Phi 3$ მმ)	მ3	1000	0,6	600

9.8	სპილენძის მილი $\Phi 20 \times 3$	მ	10	100	1000
9.9	სამაცივრო დანადგარი	კომპლექტი	16700	1	16700
9.10	მეთანოლი სტუმბო	ცალი	1200	4	4800
9.11	მეთანოლი	ტონა	700	10	7000
9.12	საქარხნო სამუშაოები	ტონა	1400	4	5600
9.13	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	14	2800
9.14	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	4	800
9.15	ხელფასი	კაც – დღე	40	120	4800
10	სინთეზის სისტემა				165 900
10.1	კომპრესორი (	კომპლექტი	85000	1	85000
10.2	ცირკულაციური კომპრესორი	კომპლექტი	24000	1	24000
10.3	კატალიზატორი „ცინკ-ქრომატი“	კგ	30	300	9000
10.4	კატალიზატორი ГИАПЗ	ტონა	10000	0,5	5000
10.5	ფოლადის უნაკერო მილი $\Phi 42 \times 6$	მ	8	250	2000
10.6	ფოლადის მილი $\Phi 630 \times 6$	მ	60	10	600
10.7	მაღალი წნევის ბალონები	ცალი	100	3	300
10.8	უქანგავი ფოლადის მილი $\Phi 12 \times 2,5$	მ	5	400	2000
10.9	წყლის ტუმბო	ცალი	300	2	600
10.11	ზეთის ტუმბო	ცალი	500	2	1000
10.12	რეზერვუარები მეთანოლისთვის	კომპლექტი	10000	1	10000
10.13	სამანქანო ზეთი	ლიტრი	2,5	2000	5000
10.14	საქარხნო სამუშაოები	ტონა	1400	7	9800
10.15	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	30	6000
10.16	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	4	800
10,17	მუშა – ხელი	კაც – დღე	40	120	4800
11	რექტიფიკაციის სისტემა				38 400
11.1	უქანგავი ფოლადის ფურცელი, 3 მმ	ტონა	7000	2	14000
11.2	უქანგავი ფოლადის მილი $\Phi 12 \times 1,5$	მ	5	1100	5500
11.3	უქანგავი ფოლადის მილი $\Phi 40 \times 2,5$	მ	20	40	1200
11.4	უქანგავი ფოლადის მილი $\Phi 89 \times 3,5$	მ	30	30	900
11.5	სპირალური წყობილი $\Phi 12 \times 10$	მ3	5000	4	2000
11.6	წყლის ტუმბო	ცალი	500	4	2000

11.7	საქარხნო სამუშაოები, უჟანგავი ფოლადი	კომპლექტი	5000	1	5000
11.8	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	20	4000
11.9	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	3	600
11.10	ხელფასი	კაც – დღე	40	80	3200
12	ნედლი მეთანოლიდან ბენზინის მიღების კვანძი				39 700
12.1	მეთანოლის ამორთქლებელი (ელექტრული)	კომპლექტი	1000	1	1000
12.2	დეჰიდრატირების რეაქტორი	კომპლექტი	4000	1	4000
12.3	სინთეზის რეაქტორი	კომპლექტი	27000	2	5400
12.4	დეჰიდრატირების კატალიზატორი (γ - Al_2O_3)	m3	4000	0,6	2400
12.5	კატალიზატორი ZSM-5	m3	6000	1	6000
12.6	ZSM-5 რეგენერაციის სისტემა	კომპლექტი	4000	1	4000
12.7	კონდენსატორი	ცალი	3200	1	3200
12.8	სეპარატორი	ცალი	1500	1	1500
12.10	გამზომ-მაკონტროლირებელი და მარეგულირებელი მოწყობილობა	კომპლექტი	2000	1	2000
12.11	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	2000	1	2000
12.12	სამონტაჟო და გასაშვები სამუშაოები	კაც-დღე	40	200	8000
13	ელ. კვების ბლოკი				7 300
13.1	ცენტრალური მართვის ფარი	კომპლექტი	2000	1	2000
13.2	ელ. ავტომატები	ერთეული	50	40	2000
13.3	ელ. გამშვებები	ცალი	50	40	2000
13.4	ელ. კაბელი	კომპლექტი	1000	1	1000
13.5	ელ. წვრილმანი	კომპლექტი	300	1	300
14	საერთო დანიშნულების გამზომ-მაკონტროლირებელი მოწყობილობები				4 500
14.1	მანომეტრები	ცალი	40	20	800
14.2	ელ. კონტაქტური მანომეტრები	ცალი	60	15	900
14.3	თერმოწყვილები მზომი მოწყობილობებით	კომპლექტი	70	30	2100
14.4	დიფ-მანომეტრები	ცალი	100	7	700

15	ჩამრაზ-მარეგულირებელი არმატურა				11 000
15.1	ვენტილი Φ 20	ცალი	5	40	200
15.2	ვენტილი Φ 30	ცალი	5	40	200
15.3	ვენტილი Φ 40	ცალი	20	30	600
15.4	ვენტილი Φ 50	ცალი	20	40	800
15.5	ვენტილი Φ 80	ცალი	30	30	900
15.6	ვენტილი Φ100	ცალი	50	8	400
15.7	ვენტილი Φ 150	ცალი	100	4	400
15.8	უკუსარქველი Φ 40	ცალი	30	30	900
15.9	უკუსარქველი Φ 50	ცალი	50	20	1000
15.10	ელექტროვენტილი Φ 30	ცალი	300	6	1800
15.11	ელექტროვენტილი Φ 50	ცალი	300	6	1800
15.12	ელექტროვენტილი Φ 80	ცალი	500	4	2000
16	ავტომატიკის ელემენტები				11 400
16.1	ელ. სიმძლავრის რეგულატორი	კომპლექტი	200	4	800
16.2	წყალბადის სიგნალიზატორი	კომპლექტი	1200	2	2400
16.3	წნევის რეგულატორი	კომპლექტი	800	4	3200
16.5	ტემპერატურის რეგულატორი	კომპლექტი	500	10	5000
17	წყალგამფრქვევი				18 000
17.1	წყალგამფრქვევი	კომპლექტი	16000	1	16000
17.2	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	5	1000
17.3	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	1	200
17.4	მუშა – ხელი	კაც – დღე	40	20	800
18	ორთქლის გენერატორი				12 200
16.1	ორთქლის ქვაბი	კომპლექტი	6400	1	6400
18.2	საკვამლე მილი Φ 350	მ	40	30	1200
18.3	რკინაბეტონი	მ3	130	10	1300
18.4	საქარხნო სამუშაოები	კომპლექტი	900	1	900
18.5	დამხმარე მასალები	კომპლექტი	200	7	1400
18.6	სამონტაჟო ტექნიკა	დღე	200	1	200
18.7	ხელფასი	კაც – დღე	40	20	800
19	სხვა ხარჯები				26 000
19.1	საკონსტრუქტორო სამუშაოები				10000

19.2	გზშ-ს მომზადება და ოფიციალური ნებართვების მიღება				4000
19.3	პროექტირება				2000
19.4	მოსამზადებელი სამუშაოები ადგილზე				10000

ჩვენი შეფასებით, ტიპური საწარმოს მოწყობის დაგეგმილი ხარჯები სულ შეადგენს: 780 000 აშშ დოლარს (შრომითი დანახარჯების ჩათვლით).

ცხრილი 4.3. -2 წარმოების ხარჯები თვეში

№	დასახელება და მარკა	ერთეული	რაოდენობა	მთლიანი ღირებ. (\$)
1	ელექტროენერგია	კვტ-სთ	252 000	17640
2	მუშახელის ხელფასი	კაც-დღე	450	22500
3	წყალი	მ³	200	400
4	ამორტიზაცია	%	0,3	1950
5	საზეთ-საპოხი მასალები	კგ	100	500
6	კაუსტიკური სოდა	ტონა	2	1700
7	გოგირდმჟავა	ტონა	2	1200
8	მარილი	ტონა	1	110
9	ფიქსირებული ხარჯები	\$	-	6000
				სულ: 51000

ფიქსირებულ ხარჯებში შედის ადმინისტრაციის ხელფასი, ინტერნეტის გადასახადი და ტრანსპორტით მომსახურება. როგორც 4.3.2.ცხრილიდან ჩანს, ძირითადი ხარჯები მოდის ელექტროენერგიასა და მუშახელის ხელფასზე. ეს განსაკუთრებით მკვეთრად არის გამოხატული მცირე წარმადობის საწარმოებისათვის რადგან, სამუშაო პოსტების განლაგება და რაოდენობა პრაქტიკულად იგივე რჩება 10-ჯერ უფრო დიდი წარმადობის ტექნოლოგიური პროცესისთვისაც.

ცხრილი 4.3 - 3 წარმოებული პროდუქცია

№	დასახელება და მარკა	ერთეული	რაოდენობა (თვეში)	რაოდენობა (წელიწადში)
1	მეთანოლი	ტონა	135	1620
2	ბენზინი	ტონა	20	240
3	სეპარირებული პლასტმასი	ტონა	70	840

4	სეპარირებული ქაღალდი, ტექსტილი, ტყავი	ტონა	165	1980
5	სეპარირებული მინა	ტონა	30	360
6	სეპარირებული შავიმიტალი	ტონა	25	300
7	სეპარირებული ალუმინი	ტონა	6	72
8	სეპარირებული თუთია + ტყვია+სპილენძი	ტონა	5	60
9	ამონიუმის სულფატი	ტონა	20	240
	სულ	-	476	5712

გადამუშავების წლიური წარმადობა (მყარი ნარჩენების მიხედვით) შეადგენს: 7300 ტ. ძირითადი შემოსავალი მოდის მეთანოლის და თანმდევი პროდუქტის რეალიზაციაზე (80-85%-მდე), თუმცა სეპარაციით მიღებული პროდუქტების რეალიზაცია აუცილებელია მათი დაგროვების და უტილიზაციის პრობლემის თავიდან აცილებისთვის. ფინანსების უკუგების პერიოდი: არაუმეტეს 4 წლისა. მეთანოლზე დაწესებული აქციზი, რომელიც მისი ღირებულების 30%-ზე მეტს შეადგენს, წარმოადგენს ძირითად გადასახადს და დაახლოებით 2-ჯერ ზრდის ფინანსების უკუგების პერიოდს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, შემდგომში შეიძლება ჩატარდეს მარკეტინგული გამოკვლევა და საჭიროების შემთხვევაში მიღებული მეთანოლი წარმოების პროცესშივე გადამუშავდეს სხვა პროდუქტად, რომელზეც აქციზი არ არის დაწესებული. მოგების გაზრდა შესაძლებელია ელექტროენერგიის ადგილობრივ წარმოების გზითაც მაგალითად, მაღალი წნევის გაზ-ტურბინული გენერატორით, რომლის მქც-ც 50%-სად წევს. მიუხედავად იმისა რომ, საწყისი კაპიტალ-დაბანდებები მკვეთრად გაიზრდება გაზ-ტურბინული დანადგარების მაღალი ფასის გამო, ფინანსების უკუგების პერიოდი მნიშვნელოვნად შემცირდება.

ძირითადი შედეგები და დასკვნები

ჩატარებული ანალიზის, ლაბორატორიული და საველე კვლევების და საპილოტე დანადგარზე ჩატარებული საცდელი ციკლის შედეგების გათვალისწინებით შეიძლება ჩამოვყალიბოთ შემდეგი ძირითადი დასკვნები:

- საქართველოში წარმოქმნილ და განთავსებულ ნარჩენებში ორგანული კომპონენტების შემცველობა საკმარისად დიდია (მისი შემცველობა მერყეობს ნარჩენების საერთო რაოდენობის 56-დან 77%-მდე). ამდენად, ნაგავსაყრელზე განსათავსებელი ნარჩენების შემცირების პოტენციალი მისი გაზიფიკაციის (შემდგომი გადამუშავებით) და კომპოსტირების გზით მაღალია.
- მოქმედების კიდევ ერთი მიმართულება საქართველოში უნდა იყოს რეციკლირებადი მასალების გამოყოფა, რაც დაახლოებით 25-30%-ით ზრდის ნაგავსაყრელზე განსათავსებელი ნარჩენების შემცირების პოტენციალს. ამ მიმართულებით მუნიციპალიტეტებს უკვე 2019 წლიდან უწევთ საქართველოს სახელმწიფოს წინაშე არსებული ვალდებულების შესრულება, სეპარირებული შეგროვების დანერგვის გზით.
- მსნ გადამუშავება მეთანოლად და ბენზინად განაპირობებს მნიშვნელოვან გარემოსდაცვით ეფექტს, ვინაიდან მკვეთრად ზრდის ნაგავსაყრელების ოპერირების ვადას; მკვეთრად ზღუდავს ნაგავსაყრელების საერთო ტერიტორიის ექსტენსიური ზრდის პროცესს; მკვეთრად ამცირებს ნაგავსაყრელების დახურვის და დასრულების კრიტერიუმების მიღწევამდე რეაბილიტაციის ეტაპების ხანგრძლიობას; მკვეთრად ზრდის თხევადი გამონატუტების გაუვნებლობის სისტემების ეფექტურობას და ამცირებს მათ ზომებს და ღირებულებას; მკვეთრად ამცირებს მეთანის ემისიას ატმოსფეროში; მკვეთრად ამცირებს ნარჩენების ორგანული კომპონენტებით ნიადაგის, ზედაპირული და გრუნტის წყლების დაბინძურების საფრთხეს.
- მასალების ყველაზე დიდი რაოდენობა კონცენტრირებულია ქალაქების და მსხვილი დასახლებების კომერციული ცენტრებიდან შეგროვებულ ნარჩენებში. ეს დასკვნა მართებულია ორი მიზეზის გამო: პირელ რიგში, აქ მდებარეობს სხვადასხვა სავაჭრო ცენტრების, საწყობების, მაღაზიებისა და ადმინისტრაციული

შენობების უმეტესობა, რომელთაც ყველაზე ხშირი შეხება აქვს აღნიშნულ მასალებთან. მეორეც, ეს არის ქალაქების ის ნაწილი, რომელსაც ყველაზე ხშირად სტუმრობენ მოვაჭრეები, მყიდველები და სხვადასხვა ადმინისტრაციული საკითხების მოსაგვარებლად მოსული ადამიანები.

- შესაბამისად, მუნიციპალიტეტში სეპარირებული შეგროვების დანერგვა უნდა დაიწყოს ქალაქების კომერციულ ცენტრებში, სადაც შედარებით მაღალი ღირებულების მქონე მასალების შეგროვების ყველაზე დიდი პოტენციალია. ამასთანავე, ქალაქების ცენტრი გამოირჩევა კარგი ინფრასტრუქტურული პირობებით (ტრანსპორტირების ოპტიმალური მარშრუტები და ა.შ.) და სამიზნე ჯგუფებთან ურთიერთობის შედარებითი სიმარტივით. ქაღალდის დიდი რაოდენობა, რაც დაფიქსირდა სკოლებთან და საჯარო ადმინისტრაციის შენობებთან განთავსებულ კონტეინერებში, მიუთითებს კიდევ ერთ შესაძლებლობაზე, რათა დაიწყოს ღირებული მასალების მიზანმიმართული შეგროვება.
- კახეთის, შიდა ქართლის, აჭარის, ქუთაისის, ცაგერის (ნაწილობრივ - ლენტეხის) რეგიონებსა და მუნიციპალიტეტებში და მთლიანად საქართველოში შეგროვებული და განთავსებული მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შედარებითი ანალიზი ცხადყოფს, რომ მიუხედავად ამ რეგიონების გეოგრაფიული და სოციო-ეკონომიკური თავისებურებებისა, ნარჩენების გაზიფიკაციის და შემდგომი უტილიზაციის ეკონომიკური პოტენციალი (ერთ ტონა წარმოქმნილ ნარჩენზე გადაანგარიშებით) დაახლოებით ისეთივეა, როგორც მთელი ქვეყნის მასშტაბში. ეს გარემოება მიუთითებს, რომ ნარჩენების ორგანული კომპონენტების უტილიზაციის ეკონომიკური და გარემოსდაცვითი ეფექტურობის შეფასების შედეგები ადექვატური და სანდო იქნება, როგორც მთელი ქვეყნის, ასევე მისი მცირე ადმინისტრაციული ერთეულების მასშტაბში.
- განხილული გზით მსნ გადამუშავება განაპირობებს მნიშვნელოვან სოციო-პოლიტიკურ ეფექტს, ვინაიდან ხელს უწყობს ახალი სამუშაო ადგილების შექმნას და დასაქმების ზრდას; მკვეთრად ამცირებს მოსახლეობის ნეგატიურ დამოკიდებულებას მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ახალი ნაგავსაყრელების

მიმართ (განსაკუთრებით საცხოვრებელი არეალების და სატრანსპორტო მაგისტრალების მიმდებარე ტერიტორიებზე);

- მყარი მუნიციპალური ნარჩენების განთავსების ობიექტების გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების დამოკიდებულების კვლევის არსებული მეთოდის გაუმჯობესება და ახალი მეთოდის ძიება და გამოყენება გაზრდის ზუსტი მეცნიერული პროგნოზირების და კვლევის სანდოობას, რაც დადებით გავლენას მოახდენს გარემოს დაცვასთან დაკავშირებული გადაწყვეტილების მიღების დასაბუთებულობაზე და ხელს შეუწყობს ამ სფეროში საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლებას.
- თანამედროვე სანიტარული ნაგავსაყრელების მოწყობა და სათანადო აღჭურვა, არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელების დახურვა და სათანადო ღონისძიებების ჩატარება მომდევნო პერიოდში მნიშვნელოვანწილად შეამცირებს არსებული ნაგავსაყრელების უარყოფით ზემოქმედებას ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცოცხალ გარემოზე;
- განხილული გზით მსნ გადამუშავება განაპირობებს მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს, ვინაიდან:
 - ✓ საშუალებას იძლევა, რომ გამოთავისუფლებული საბიუჯეტო და დონორების მიერ გამოყოფილი სახსრები მიიმართოს ნარჩენების მართვის სხვა პრიორიტეტული მიმართულებების დასაფინანსებლად, აგრეთვე ქვეყნისათვის პრინციპული მნიშვნელობის მქონე სხვა ეკონომიკური, გარემოსდაცვითი და სოციალური საკითხების გადასაწყვეტად;
 - ✓ ეკონომიკურად მომგებიანია და სახელმწიფოს მხრიდან შესაბამისი მხარდაჭერის შემთხვევაში შეიძლება გახდეს მრეწველობის ერთერთი მდგრადი დარგის ჩამოყალიბების საფუძველი, განსაკუთრებით პროდუქციის მნიშვნელოვანი ექსპორტის შემთხვევაში;
- არ უწევს კონკურენციას ნარჩენების დახარისხებაზე და მსნ საერთო მასიდან ქაღალდის და მუყაოს, პლასტიკური მასების, ლითონის, მინის და სხვა სამიზნე მასალების ამოღებაზე დამყარებულ სამეწარმეო საქმიანობას, არამედ დაინტერესებულია ასეთი სახის საქმიანობის შემდგომ განვითარებაში და ხელს უწყობს მას.

- განხილული წარმოების წარმატებით დაგეგმვის და შემდგომში მსნ-ს მეთანოლად გადამუშავების ფართო მასშტაბით დანერგვის შემთხვევაში საფუძველი შეიქმნება საქართველოში ყოველწლიურად 120 ათასამდე ტონა მეთანოლის წარმოებისათვის, საერთო ღირებულებით 160 მლნ-მდე ლარის ოდენობით, რაც ხელს შეუწყობს საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების განმტკიცებას.

გამოყენებული ლიტერატურა და წყაროები

1. ლ. ზაზაძე, ლ. შარიქაძე, ა. ჭირაქაძე. „მყარი ნარჩენების წარმოქმნის მახასიათებლები გლობალურ მასშტაბში და საქართველოში: შედარებითი ანალიზი და პროგნოზი“, „საქართველოს ქიმიური ჟურნალი“, 2018, №1, გვ. 199-204;
2. ლ. ზაზაძე, ლ. შარიქაძე, ა. ჭირაქაძე. „მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენებიდან მეთანოლის წარმოების პერსპექტივები საქართველოში“, „საქართველოს ქიმიური ჟურნალი“, 2018, №1, გვ. 205-210;
3. მ. ამბოკაძე, ა. ჭირაქაძე, ზ. ბუაჩიძე, ა. გიგინეიშვილი, კ. გორგაძე, ლ. ზაზაძე, ა. ლაფერაშვილი. „გარემოსდაცვითი განათლების ისტორიული გზა და თანამედროვე პრიორიტეტები“, „საქართველოს ქიმიური ჟურნალი“, 2018, №1, გვ. 182-185;
4. ნარჩენების მართვის 2016-2020 წწ ეროვნული სამოქმედო გეგმა;
5. ნარჩენების მართვის 2016-2030 წწ ეროვნული სტრატეგია;
6. ნ. მაჩიტაძე, ნ. გაფრინდაშვილი, ლ. ზაზაძე, ნ. გელაშვილი, ვ. გვახარია „შავი ზღვის საქართველოს პლაჟებზე მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეფასება“, „საქართველოს ქიმიური ჟურნალი“, 2018, №1, გვ. 211-216;
7. საქართველოს კანონი - „ნარჩენების მართვის კოდექსი“;
8. ტექნიკური რეგლამენტის - „მუნიციპალური ნარჩენების შეგროვებისა და დამუშავების წესის შესახებ“ - დამტკიცების თაობაზე, საქართველოს მთავრობის №159 დადგენილება, 2016 წლის 1 აპრილი;
9. ქ. თბილისის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონის მშენებლობის და ექსპლუატაციის პროექტი, გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში;
10. ქუთაისის მყარი ნარჩენების ინტეგრირებული მართვა. ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე ზემოქმედების ანგარიში;
11. 30. ALTAVISTA, P., BELLI, S., BIANCHI, F., BINAZZI, A., COMBA, P., DEL GIUDICE, R., FAZZO, L., FELLI, A., MASTRANTONIO, M., MENEGOZZO, M., MUSMECI, L., PIZZUTI, R., SAVARESE, A., TRINCA, S. & UCCELLI, R. 2004. Cause-specific mortality in an area of Campania with numerous waste disposal sites. *Epidemiologia e Prevenzione*, 28, 311-321; 30
12. Demirbas (2008). Biomethanol Production from Organic Waste Materials, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 30:6, 565-572, DOI: 10.1080/15567030600817167

13. Archil Chirakadze, Lali Gurchumelia, Irina Khomeriki, William A Toscano, Izolda Bazghadze, Irine Geleishvili, Vakhtang Gvakharia, Tengiz Geleishvili. Complex processing of manganese bearing waste and low-grade ores by autoclaving method. *International Journal of Global Warming*, 10, No 1-3, 2016;
14. Archil Chirakadze, Vakhtang Gvakharia, Zakaria Buachidze. Arsenic contamination of soils, arsenic bearing waste and Morbidity Prevalence in Racha District of Georgia. *Proceedings of the 6th International Congress on Arsenic in the Environment (As2016)*, Proceedings, Stockholm, Sweden, June 19-23, 2016;
15. Archil Chirakadze, Z. Buachidze, D. Jishiashvili, P. Kevalishvili, D. Bibiluri, L. Gurchumelia, L. Sharikadze. *Microwave in Environmental Technologies and Synthesis of Nanomaterials: Processing of Organic and Inorganic Compounds. 3rd International Conference "Nanotechnologies"*, October 20-24, 2014, Tbilisi Georgia. Publishing House "Technical University", Papers, 2014;
16. COMBA, P., BIANCHI, F., FAZZO, L., MARTINA, L., MENEGOZZO, M., MINICHILLI, F., MITIS, F., MUSMECI, L., PIZZUTI, R., SANTORO, M., TRINCA, S., MARTUZZI, M. & HLTH IMPACT WASTE MANAGEMENT, C. 2006. Cancer mortality in an area of Campania (Italy) characterized by multiple toxic dumping sites. *Living in A Chemical World: Framing the Future in Light of the Past*, 1076, 449-461;
17. Council Directive on the landfill of waste, 26 April 1999;
18. DIRECTIVE (EU) 2018/851 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC;
19. DIRECTIVE (EU) 2018/851 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*, L 150, 109-1040;
20. ELLIOTT, P., ARNOLD, R., COCKINGS, S., EATON, N., JARUP, L., JONES, J., QUINN, M., ROSATO, M., THORNTON, I., TOLEDANO, M., TRISTAN, E. & WAKEFIELD, J. 2000. Risk of mortality, cancer incidence, and stroke in a population potentially exposed to cadmium. *Occupational and Environmental Medicine*, 57, 94-97;
21. *Environmentally Sound Management in Germany*/by Andrea Jaron - Presentation on the OECD. – Mexico: Workshop on ESM, 1999; 17

22. FAZZO, L., BELLI, S., MINICHILLI, F., MITIS, F., SANTORO, M., MARTINA, L., PIZZUTI, R., COMBA, P., MARTUZZI, M. & BIANCHI, F. 2008. Cluster analysis of mortality and malformations in the Provinces of Naples and Caserta (Campania Region). *Ann Ist Super Sanita*, 44, 99-111;
23. Global Methane Initiative, Overview of Anaerobic Digestion for Municipal Solid Waste;
24. Goldberg MS , Siemiatyck J, DeWar R, Désy M, Riberdy H. Risks of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Canada. Arch. Environ. Health. 54, 4, 291-296;
25. ISWA, National Solid Waste Association, Underground Solutions for Urban Waste Management: Status and Perspectives, 2013;
26. KIBBLE, A. J. & SAUNDERS, P. J. 2001. Contaminated land and the link with health. In Assessment and reclamation of contaminated land. Issues in Environmental Science and Technology. Eds. R.E. Hester and R.M. Harrison, p. 65;
27. Methane generation in landfills Nickolas J. Themelis, Priscilla A. Ulloa Earth Engineering Center and Department of Earth and Environmental Engineering, Columbia University, New York, NY 10027, USA Received 1 July 2005; accepted 15 April 2006 Available online 2 August 2006;
28. M. Mirtskhulava, V. Gvakharia, A. Chirakadze. Environmental Remediation and Low-Carbon Technologies for Utilization of Manganese-Containing Waste and Producing of High-Grade Manganese Ferroalloys. 9th Symposium on Remediation in Jena: Jenaer Sanierungskolloquium, Microbial Impact on element mobility. Friedrich Schiller University Jena. 4th – 5th October, 2010, Jena, Germany. Conference Proceedings - Abstracts of the Posters, 2010;
29. Motivating environmental performance in industry/by Rupert Howes, Jim Skea., Bob Whelan. - London: Earthscan Publications Ltd, 1997;
30. Paata Kervalishvili¹, Archil Chirakadze, Akaki Gigineishvili, Zakaria Buachidze, David Jishiashvili, Mike Wireman, William Toscano, Giorgi Kervalishvili, Giorgi Sergeenko, Vakhtang Gvakharia. Microwave enhanced producing of high-purity metallic manganese and composite manganese based alloys. NUCLEAR RADIATION SENSORS AND NANOSENSORY SYSTEMS. Edited by Paata J. Kervalishvili, Physics Department of Georgia

- Technical University, Tbilisi, Georgia and Panos H. Yannakopoulos, Department of Electronic Computer Systems Engineering, Piraeus University of Applied Sciences. Selected paper from the Advanced Research Workshop which was held in Tbilisi, March 6-9 2014. Springer, 2016;
31. Regulation by Prices, quantities, or both: a review of instrument choice//Oxford review of economic policy. -2006. – Vol. 22. No 2;
 32. Robert G. Sheehan, Richard F. Corlett. Methanol or ammonia production from solid waste by city of Seattle;
 33. Richtlinie zur einheitlichen Abfallanalytik in Sachsen – Sächsische Sortierrichtlinie, 2014;
 34. RUSSI, M. B., BORAK, J. B. & CULLEN, M. R. 2008. An examination of cancer epidemiology studies among populations living close to toxic waste sites. *Environmental Health*, 7, 32-36;
 35. Silpa Kaza, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, Frank Van Woerden. What a waste 2.0, A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, 2018;
 36. Soham Trivedi, Dr. Soham & Chahar, om prakash & Mehta, Krishna. Solid Waste Management using Biogas Technology. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 2015;
 37. T. Hanauer, P.F. Henningsen, D. Steffens, B. Kalandadze, L. Navrozashvili, T. Urushadze. In situ stabilization of metals (Cu, Cd, and Zn) in contaminated soils in the region of Bolnisi. Georgia, *Plant Soil* 341, (2011) 193–208;
 38. The role of Local Authorities in the Urban Environment/by Richard Gilbert, Don Stevenson, Herbert Girardet, Richard Stren. - London: Earthscan Publications Ltd, 1996; 18
 39. Vakhtang Gvakharia, Archil Chirakadze, Levan Zazadze, Levan Sharikadze. Preconditions and importance of the environmentally sustainable economically profitable industrial processing of solid waste, will be published at scientific magazine “Moambe”
 40. V. Gvakharia, A. Chirakadze, M. Mirtskhulava, L. Sakhvadze, R. Gigauri, I. Chelidze, T. Adamia, Z. Buachidze. Decontamination-remediation methods to be used in arsenic contaminated regions in the highland of Georgia. Friedrich Schiller University Jena. 4th – 5th October, 2010, Jena, Germany. Conference Proceedings - Abstracts of the Posters, 2010.2
 41. Waste Treatment and Disposal. Second edition/by Paul T. Willliams. – London: John Willey and Sons Ltd, 2005;

42. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды /Под ред. Т.В.Гусевой/ М.: Форум-Инфра-М, 2010;
43. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды /Под ред. Т.В.Гусевой/ М.: Форум-Инфра-М, 2010;
44. Двалишвили Н.Л. Влияние полигона твердых бытовых отходов на химический состав грунтовых вод (на примере свалки в Глдани, საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, # 1, 92-94, 2011;
45. Двалишвили Н.Л. Влияние полигона твердых бытовых отходов на химический состав грунтовых вод (на примере свалки в Глдани;
46. <https://www.methanol.org/>,
47. <https://www.prnewswire.com/news-releases/the-global-methanol-market> 43
48. <http://waste.gov.ge/ka/> ;
49. <http://www.ecohydmnet.ge/Dvalishvili-monografia1.pdf>;
50. http://tiseco.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=71&lang=ru,
51. http://www.cleanup.ge/?lang=eng&go=gis_map;
52. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD?locations=XM-XD-XT-XN>
53. <https://www.elkoplast.eu/underground-containers>
54. <http://environment.cenn.org/ge/%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%A9%E1%83%94%E1%83%9C%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98%E1%83%A1-%E1%83%9B%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%97%E1%83%95%E1%83%90-2/%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%93%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%A3%E1%83%A8%E1%83%90%E1%83%95%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%98-%E1%83%99%E1%83%9D%E1%83%9B%E1%83%9E%E1%83%90%E1%83%9C/>
55. <https://news.ge/premier-ministri-mwvane/>
56. http://waste.gov.ge/ka/?page_id=3224